

FABÍOLA DE OLIVEIRA NOBRE FORMIGA GRUBHOFFER

**MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS EM UMA INDÚSTRIA GRÁFICA DE CARTÕES
PLÁSTICOS**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental do Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Urivald Pawlowsky

CURITIBA

2006

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Dr. Urivald Pawlowsky, pelo apoio, confiança e prestativa dedicação na orientação deste trabalho.

À Universidade Federal do Paraná, em especial ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, por ter oferecido a oportunidade para participar deste programa.

A empresa, especialmente aos Srs José Luis Pellegrini e André Bauer pela oportunidade oferecida para a realização deste projeto. E ao Sr José Kayo pela especial colaboração e comprometimento.

Aos meus colegas de cursos pela cooperação amiga.

Aos meus pais pela educação, incentivo e compreensão.

Ao meu querido marido Cleber, por acreditar neste projeto, por estar sempre presente e pelos bons momentos juntos vividos.

Ao meu filho Bruno, que nasceu durante este projeto e por existir.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para realização deste trabalho.

E a Deus.

Agradeço.

**“ O rio atinge os objetivos porque aprendeu
a contornar os obstáculos” (*André Luiz*)**

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS.....	ix
RESUMO.....	xi
ABSTRACT	xii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	3
2.2 POLUIÇÃO INDUSTRIAL	4
2.2.1 Resíduos.....	5
2.3 GERENCIAMENTO AMBIENTAL	7
2.3.1 Prevenção da Poluição	10
2.3.2 ISO 14.000.....	11
2.4 MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS.....	13
2.4.1 Técnicas de Minimização de Resíduos	16
2.4.2 Metodologias de Minimização de Resíduos	18
2.4.3 Barreiras para Implantação de um Programa de Minimização de Resíduos	21
2.5 PROCESSO GRÁFICO	22
2.5.1 Aspectos Ambientais.....	23
2.5.2 Sistema de Impressão Off-set.....	24
2.5.3 Sistema de Impressão Serigrafia	26
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1 MODELO MATEMÁTICO DE PRIORIZAÇÃO DE RESÍDUOS	29
3.1.1 Análise do Resíduo por Valor.....	29
3.1.2 Análise do Resíduo por Risco	39
3.1.3 Análise do Resíduo por Facilidade de Minimização	41
3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS E UTILIZAÇÃO DO MODELO	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	48
4.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA	48
4.1.1 Fluxograma Geral dos Setores Estudados.....	49
4.1.2 Descrição dos Processos Produtivos	49
4.2 IDENTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS	52
4.2.1 Descrição do Processo: Setor 01 – Pré-impressão	52
4.2.1.1 Fontes geradoras de resíduos do Setor 01 - Pré-Impressão	53

4.2.1.2. Descrição dos resíduos: Setor 01 – Pré-Impressão	54
4.2.2 Descrição do Processo: Setor 02 - Impressão	56
4.2.2.1 Fontes geradoras de resíduos do Setor 02 - Impressão.....	57
4.2.2.2. Descrição dos resíduos: Setor 02 – Impressão	58
4.2.3 Descrição do Processo: Setor 03 – Acabamento	60
4.2.3.1 Fontes geradoras de resíduos do Setor 03 - Acabamento	60
4.2.3.2. Descrição dos resíduos: Setor 03 - Acabamento	61
4.2.4 Descrição do Processo: Setor 04 - CHIP	62
4.2.4.1 Fontes geradoras de resíduos do Setor 04 - CHIP.....	62
4.2.4.2. Descrição dos resíduos: Setor 04 - CHIP	63
4.2.5 Descrição do Processo: Setor 05 - Embalagem	64
4.2.5.1 Fontes geradoras de resíduos do Setor 05 - Embalagem	64
4.2.5.2. Descrição dos resíduos: Setor 05 - Embalagem	65
4.2.6 Descrição do Processo: Setor 06 – Almoxarifado e Expedição	66
4.2.6.1 Fontes geradoras de resíduos do Setor 06 - Almoxarifado e Expedição	66
4.2.6.2. Descrição dos resíduos: Setor 06 – Almoxarifado e Expedição.....	67
4.2.7 Descrição do Processo: Setor 07 – Estação de Tratamento de Efluentes (ETE).....	67
4.2.7.1 Fontes geradoras de resíduos do Setor 07 – Estação de Tratamento de Efluentes .	68
4.2.7.2. Descrição dos resíduos: Setor 07 – Estação de Tratamento de Efluentes	68
4.3 QUANTIFICAÇÃO E CODIFICAÇÃO DE RESÍDUOS	69
4.4 PRIORIZAÇÃO DE RESÍDUOS COM APLICAÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO	
PROPOSTO POR CERCAL	75
4.4.1 Análise do Resíduo por Valor.....	76
4.4.2 Análise do Resíduo por Riscos	83
4.4.3 Análise do Resíduo por Facilidade de Minimização	86
4.5 SELEÇÃO DOS RESÍDUOS A SEREM MINIMIZADOS	88
4.6 PROPOSTAS DE MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS.....	92
4.6.1 Alternativas para Panos de Limpeza Contaminados	92
4.6.2 Alternativas para Descarte de Tintas	93
4.6.3 Alternativas para Recipientes Plásticos de Produtos Químicos/Tintas e Metálicos de Solventes/Restaurador/Tintas.....	93
4.6.4 Alternativa para Blanqueta.....	94
4.6.5 Alternativa para Equipamentos de Proteção Individual Descartados.....	95
4.6.6 Alternativa para Chapas de Alumínio	96
4.6.7 Alternativa para Malas de Impressão	96
4.6.8 Alternativa para Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs).....	97

4.6.9 Alternativa para Rejeitos de Produção - Cartelas.....	98
4.6.10 Alternativa para Rejeitos de Produção da Laminação.....	98
5 CONCLUSÕES	100
SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	102
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103
ANEXO1	107
ANEXO2.....	110
ANEXO3.....	113
ANEXO4.....	117
ANEXO5.....	121
ANEXO6.....	125
ANEXO7	129
ANEXO8.....	135
ANEXO9.....	139
ANEXO10.....	143

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – MODELO NORMATIVO SGI	13
FIGURA 2 – HIERARQUIA DE OPÇÕES PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS	15
FIGURA 3 – TÉCNICAS DE MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS	17
FIGURA 4 – ESQUEMA DE IMPRESSÃO EM OFFSET.....	26
FIGURA 5 – ESQUEMA DE IMPRESSÃO EM SERIGRAFIA.....	27
FIGURA 6 – FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO.....	43
FIGURA 7 – FLUXOGRAMA DOS SETORES ESTUDADOS.....	49
FIGURA 8 – PROCESSO PRODUTIVO DE IMPRESSÃO	50
FIGURA 9 – PROCESSO DE LAMINAÇÃO	51
FIGURA 10 – PROCESSO DE CORTE DAS CARTELAS	51
FIGURA 11 – PROCESSO DE INSERÇÃO DO CHIP	52
FIGURA 12 – NÚMERO DE RESÍDUOS IDENTIFICADOS POR SETOR	75
FIGURA 13 – ANÁLISE POR VALOR – LOCAIS DE GERAÇÃO DOS DEZ RESÍDUOS PRIORITÁRIOS	81
FIGURA 14 – ANÁLISE POR RISCOS – LOCAIS DE GERAÇÃO DOS DEZ RESÍDUOS PRIORITÁRIOS	85
FIGURA 15 – ANÁLISE POR FACILIDADE DE MINIMIZAÇÃO – LOCAIS DE GERAÇÃO DOS DEZ RESÍDUOS PRIORITÁRIOS	87
FIGURA 16 – COMPARAÇÃO DOS RESÍDUOS PRIORITÁRIOS DAS TRÊS ANÁLISES POR SETOR	89

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – HIERARQUIA DAS PRÁTICAS DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS.....	15
TABELA 2 – CARACTERÍSTICAS DAS CLASSES DE DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS	30
TABELA 3 – PARÂMETROS MATEMÁTICOS DAS CLASSES DE DESTINAÇÃO	35
TABELA 4 – PARÂMETROS MATEMÁTICOS GERAIS	37
TABELA 5 – PESOS DAS PERGUNTAS DA ANÁLISE POR RISCO.....	39
TABELA 6 – CLASSIFICAÇÃO DO RESÍDUO CONFORME A PERICULOSIDADE	40
TABELA 7 – PESOS DAS PERGUNTAS PARA ANÁLISE DO RESÍDUO POR FACILIDADE DE MINIMIZAÇÃO.....	41
TABELA 8 – CODIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS.....	70
TABELA 9 – RELAÇÃO ENTRE AS CLASSES DE DESTINAÇÃO E A DESTINAÇÃO FINAL	77
TABELA 10 – RESULTADO DA ANÁLISE POR VALOR – OS DEZ RESÍDUOS PRIORITÁRIOS.....	80
TABELA 11 – RESULTADO DA ANÁLISE POR RISCOS – OS DEZ RESÍDUOS PRIORITÁRIOS	84
TABELA 12 – RESULTADO DA ANÁLISE POR FACILIDADE DE MINIMIZAÇÃO – OS DEZ RESÍDUOS PRIORITÁRIOS.....	87
TABELA 13 – COMPARAÇÃO DOS RESÍDUOS PRIORITÁRIOS DA ANÁLISE POR VALOR, POR RISCOS E POR FACILIDADE DE MINIMIZAÇÃO	88
TABELA 14 – RESULTADO DA ANÁLISE GLOBAL – OS DEZ RESÍDUOS PRIORITÁRIOS	91
TABELA 15 – CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS A SEREM MINIMIZADOS	92

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BNDDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CETESB	Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental
COV	Compostos Orgânicos Voláteis
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i> (Agência de Proteção Ambiental Norte-americana)
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ETE	Estação de Tratamento de Efluente
IPHMR	Índice de Priorização Hierárquica de Minimização de Resíduos
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> (Organização Internacional de Normas)
NBR	Normatização Brasileira
OHSAS	<i>Occupational Health and Safety Assessment</i> (Avaliação da Saúde e Segurança Ocupacional)
PMR	Programa de Minimização de Resíduos
PVC	Polivinil Carbonato
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná
SEMA	Secretaria Estadual do Meio Ambiente
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SGI	Sistema de Gestão Integrado
SMR	Sistema de Minimização de Resíduos
VOC	<i>Volatile Organic Compounds</i> (Compostos Orgânicos Voláteis)

Variáveis do Modelo Matemático

p	Número de produtos analisados simultaneamente
e	Número de equipamentos onde o resíduo é gerado
m	Número de materiais que compõem o resíduo
d	Número de destinações finais dadas ao resíduo
$\$^+_i$	Valor unitário do material genérico "i"
$\Delta\$^{\%}_i$	Alteração percentual admissível para o valor do material genérico "i"
Ω	Relação do resíduo com o processo
W_k	Percentual do total do resíduo gerado durante o produto k
W_{Total}	Quantidade total do resíduo
$\$^+$	Valor unitário do resíduo, ponderado entre todos os equipamentos onde o mesmo é gerado, e para todos os produtos considerados para análise
$\Delta\$^{\%}$	Alteração percentual admissível para o valor unitário do resíduo, ponderada entre todos os equipamentos onde o mesmo é gerado, e para todos os produtos considerados para análise
X_{ijk}	Percentual do material genérico "i" na composição do resíduo gerado no equipamento genérico "j", para o produto genérico "k"
K_{jk}	Fator de constância do resíduo gerado no equipamento genérico "j", para o produto genérico "k"
Z_{jk}	Percentual do total do resíduo que é gerado no equipamento genérico "j", para o produto genérico "k"
K	Constância do resíduo ponderada entre todos os equipamentos onde o mesmo é gerado, e para todos os produtos considerados para análise
Y_{hjk}	Percentual do total de resíduo gerado no equipamento genérico "j", para o produto genérico "k", que sofre a destinação genérica "h"
$\$^-_B$	Custo unitário de beneficiamento do resíduo ponderado conforme as destinações dadas ao mesmo, entre todos os equipamentos onde é gerado, e para todos os produtos considerados para análise
$\$^-_{Bhjk}$	Custo unitário de beneficiamento do resíduo gerado no equipamento genérico "j", para o produto genérico "k", que sofre a destinação genérica "h"
$\$^-_{TD}$	Custo unitário de tratamento e disposição do resíduo ponderado conforme as destinações dadas ao mesmo, entre todos os equipamentos onde é

$\$^{-}_{TDhjk}$	gerado, e para todos os produtos considerados para análise Custo unitário de tratamento e disposição do resíduo gerado no equipamento genérico “j”, para o produto genérico “k”, que sofre a destinação genérica “h”
$\$^{-}_T$	Custo unitário de transporte do resíduo ponderado conforme as destinações dadas ao mesmo, entre todos os equipamentos onde é gerado, e para todos os produtos considerados para análise
$\$^{-}_{Thjk}$	Custo unitário de transporte do resíduo gerado no equipamento genérico “j”, para o produto genérico “k”, que sofre a destinação genérica “h”
$\$^{-}_{GP}$	Custo unitário de geração e permanência do resíduo ponderado conforme as destinações dadas ao mesmo, entre todos os equipamentos onde é gerado, e para todos os produtos considerados para análise
$\$^{-}_{GP hjk}$	Custo unitário de geração e permanência do resíduo gerado no equipamento genérico “j”, para o produto genérico “k”, que sofre a destinação genérica “h”
$\$^{+}_R$	Retorno obtido ponderado conforme a destinação do resíduo, entre todos os equipamentos onde é gerado, e para todos os produtos considerados para análise
$\$^{+}_{Rhjk}$	Retorno obtido por destinar o resíduo gerado no equipamento genérico “j”, para o produto genérico “k”, que sofre a destinação genérica “h”
$D^{S/N}_{\$^{+}}$	Calcula $\$^{+}_?$
$D^{S/N}_{\$B^{-}}$	Calcula $\$^{-}_B?$
$D^{S/N}_{\$T^{-}}$	Calcula $\$^{-}_T?$
$D^{S/N}_{\$TD^{-}}$	Calcula $\$^{-}_{TD}?$
$D^{S/N}_{\$GP^{-}}$	Calcula $\$^{-}_{GP}?$
$D^{S/N}_{\$R^{+}}$	Calcula $\$^{+}_R?$
ξ	Índice de priorização hierárquica de minimização de resíduos (IPHMR)
ξ_B	Base do IPHMR, ponderada entre todos os equipamentos onde o resíduo é gerado e para todos os produtos considerados para análise
ξ_{Bh}	Base do IPHMR da classe de destinação a que pertence a destinação genérica “h”
$\$'$	Valor unitário do resíduo não corrigido
δ^{+}	Fator de correção para valores positivos do resíduo
δ^{-}	Fator de correção para valores negativos do resíduo
$\$$	Valor unitário do resíduo corrigido
$\$_{Total}$	Valor total do resíduo corrigido

RESUMO

As empresas buscam alternativas para melhorar seu desempenho ambiental e reduzir os potenciais impactos ambientais de suas atividades, produtos ou serviços, seja por motivos econômicos, “marketing” ou responsabilidades legais. Portanto, para alcançar um consistente desempenho ambiental é necessário um sistema de gerenciamento ambiental eficaz, com ênfase nas técnicas de minimização de resíduos e na melhoria contínua. Com isso, torna-se essencial a realização de estudos para o aperfeiçoamento das ferramentas gerenciais de priorização de resíduos e técnicas de minimização. Esta pesquisa foi realizada em uma indústria gráfica de cartões plásticos e consiste na aplicação do modelo matemático de seleção de prioridades de minimização de resíduos industriais. Este modelo leva em consideração aspectos ambientais, econômicos, de riscos e de facilidade de minimização para a valoração dos resíduos. Neste trabalho foi realizado o levantamento e a caracterização dos resíduos da empresa, seguido da aplicação do modelo matemático. O modelo consiste na hierarquização dos resíduos segundo três análises; análise por valor, análise por riscos e análise por facilidade de minimização. Os resultados das três análises foram multiplicados por pesos específicos para a obtenção de uma análise única global. A partir da análise global, foram propostas alternativas de minimização para os dez resíduos classificados como prioritários e para os resíduos do Setor de Impressão classificados entre os dez prioritários das três análises realizadas. Considerando as propostas de minimização realizadas pode-se observar que a principal estratégia encontrada foi a educação ambiental, com a adoção de medidas simples de boas práticas, treinamento e conscientização dos funcionários. A minimização de resíduos é uma boa opção para o gerenciamento ambiental na Indústria, pois reduz gastos com disposição e tratamento de resíduos, otimiza o uso de recursos e aumenta a eficiência dos processos produtivos.

Palavras-chave: minimização de resíduos, indústria gráfica de cartões plásticos, modelo matemático de priorização.

ABSTRACT

Companies search for alternatives to improve their environmental performance and reduce environmental impacts related to their activities, products or services, either for economic reasons or marketing or even for legal responsibilities. To reach a sound environmental performance an efficient environmental management system is required, with emphasis on the techniques of waste minimization and continuous improvement. Studies have been carried out, and managerial tools have been proposed in order to improve for prioritization of wastes and techniques of minimization.

This study was carried out in a plastic card graphical industry and consisted in applying a mathematical model for the selection of priorities of industrial wastes. Proposals for minimization were also presented for the most important wastes.

The model takes into account environmental, economical and risks aspects.

A weighted procedure was adopted to the results of each aspect considered. Minimization techniques were proposed to the ten most important wastes and to those from the printing sector.

The most important strategy to be followed is the implementation of good practices based on training of the workers.

Waste minimization technique has been considered a good option for environmental management in industries because it is related to cost reduction of waste, treatment and disposal and also because it optimizes the use of resources and increases the efficiency of the productive processes.

Keywords: Waste minimization, plastic cards graphical Industrial plant, mathematical model for prioritization.

1 INTRODUÇÃO

Desde a revolução industrial, o processo produtivo tem sofrido grandes mudanças. A economia mundial expandiu e a produção em larga escala foi considerada essencial para suprir as necessidades do mercado consumidor. Com o aumento da concorrência, os consumidores começaram a exigir qualidade dos produtos, e surgiu, também, o conceito de produtividade, ou seja, produzir em grandes quantidades, no menor tempo possível, sempre mantendo a qualidade do produto. Devido à exploração desenfreada de recursos naturais, geração e disposição inadequada de resíduos relacionadas a este conceito de produção, o desequilíbrio dos ecossistemas ficou ainda mais acentuado.

A maior preocupação das empresas é produzir em maior quantidade, no menor tempo possível, com qualidade e, ainda, com a menor quantidade de insumos, matérias-primas e recursos naturais. Esta atitude além de proporcionar a redução de custos com a otimização dos recursos, torna as empresas mais competitivas, sendo um atrativo para empresários e acionistas.

As empresas também estão incluindo em seus planos de gestão questões de caráter social e ambiental, devido a preocupação com o meio ambiente, mas também por pressões externas da sociedade, sindicatos, organizações não governamentais e a própria legislação.

Neste contexto, a implementação de ações efetivas para a redução da poluição e dos impactos ambientais é de fundamental importância. Práticas como a implantação de sistemas de gestão ambiental, produção mais limpa, minimização de resíduos, reciclagem, entre outras, tornam-se alternativas para a solução o problema da poluição.

No presente trabalho realizou-se um estudo de minimização de resíduos em uma indústria gráfica de cartões plásticos, utilizando o modelo matemático de priorização de resíduos. Esta abordagem auxilia na inovação das empresas tendo em vista que a preocupação ambiental é cada vez maior em todos os setores da sociedade e a associação da imagem da empresa está em função do seu relacionamento com o meio ambiente. Para que uma empresa tenha bons níveis de desempenho econômico, deve focar na prevenção da poluição e não apenas no

controle e disposição de resíduos com a adoção de medidas de tecnologias de final de linha (“fim-de-tubo”).

A minimização de resíduos trata a questão ambiental como uma oportunidade de melhoria econômica, tecnológica e de processo para as empresas, tendo como alvo a não geração de resíduos ou a geração da menor quantidade possível, sem afetar a qualidade do produto final.

O objetivo principal deste trabalho foi implantar um programa de minimização de resíduos para uma indústria gráfica de cartões plásticos, visando a redução da geração de poluentes e a otimização da utilização dos recursos materiais e financeiros. Os objetivos específicos foram: levantar e quantificar os resíduos gerados de uma indústria de cartões, hierarquizar os resíduos levantados através da utilização de um modelo matemático que considera os aspectos econômicos, de riscos e de facilidade de minimização de cada resíduo, priorizar os resíduos a serem minimizados segundo os aspectos mencionados anteriormente, avaliar as possibilidades de minimização dos resíduos selecionados como prioritários e propor medidas de minimização.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O conceito de desenvolvimento sustentável foi introduzido em 1987 no relatório “*Our common future*” (Nosso futuro comum), também conhecido como Relatório de Brundtland, encomendado pelas Nações Unidas (CAPRA, 2003). Neste relatório, desenvolvimento sustentável é definido como aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de atender às próprias necessidades. Segundo CAPRA (2003), esta definição lembra a responsabilidade de passar a nossos filhos e netos um mundo com tantas oportunidades quanto aquele que herdamos.

Para DONAIRE (1999), o conceito de desenvolvimento sustentável tem três vertentes principais: crescimento econômico, eqüidade social e equilíbrio ecológico. Induz um espírito de responsabilidade comum como processo de mudança no qual a exploração de recursos materiais, os investimentos financeiros e as rotas do desenvolvimento tecnológico deverão adquirir sentido harmonioso. Este conceito está incorporado tanto à gestão empresarial quanto à sociedade como um todo.

As indústrias e os cidadãos devem se preocupar em agir da forma ambientalmente mais correta, não jogando lixo nas vias públicas, não desperdiçando energia elétrica, enviando seus resíduos para os locais apropriados e aproveitando da melhor forma a matéria-prima adquirida pela indústria (HOLT, PHILLIPS e BATES, 2000).

A sustentabilidade ambiental envolve o comportamento econômico e financeiro de empresas. Cada vez mais os investidores percebem o comportamento econômico sustentável das empresas como aprimoramento da estratégia gerencial, estimulando os investidores para diversificar seus investimentos financeiros e aplicar em companhias “sustentáveis” (HOTI, MCALEER e PAUWELS, 2005).

O gerenciamento de resíduos sólidos, líquidos e gasosos é assunto principal nos debates de desenvolvimento sustentável tendo em vista que a geração, o tratamento e a disposição final influenciam diretamente no meio ambiente. Gerenciar os resíduos adequadamente induz ao ideal do desenvolvimento sustentável, mas

principalmente se a atuação for no conceito mais significante, o de reduzir a quantidade de resíduo em primeiro lugar (HOLT, PHILLIPS e BATES, 2000).

O uso de programas de produção mais limpa, minimização de resíduos ou gestão ambiental, auxiliam as empresas a cumprirem as necessidades ambientais de um desenvolvimento sustentável, ou seja, atingir metas econômicas e de produção, afetando minimamente o meio ambiente (SENAI, 2001).

2.2 POLUIÇÃO INDUSTRIAL

Com a Revolução industrial e a expansão dos parques industriais, os problemas ambientais tornaram-se críticos. Ao analisar os impactos ambientais causados pelo homem desde a sua evolução até o dia de hoje, pode-se perceber que num passado não muito distante, a natureza já recebia cargas poluentes, porém, numa escala muito menor. O fato é que estas cargas ultrapassaram a capacidade natural de “tratamento” da natureza e começaram a agravar os problemas ambientais, passando de locais e regionais para problemas de caráter global (ARAUJO, 2002).

Atualmente o meio ambiente é poluído com diferentes resíduos como consequência do estilo de vida moderno (ZBONTAR e GLAVIC, 2000). Existem evidências que a disposição inadequada de resíduos causa a contaminação do ar, da água superficial e subterrânea, do solo, dos sedimentos e da biota (MISRA e PANDEY, 2005).

O conhecimento do fenômeno da poluição e as modificações do ecossistema têm revelado que problemas de hoje são resultados das decisões do passado (CAGNO, TRUCCO e TARDINI, 2005). As ações humanas não podem ser vistas apenas no momento em que ocorrem, mas também deve-se conhecer quais foram suas influências no passado e refletir sobre suas consequências no futuro (SZERSZYNSKI, 2002).

O aumento da poluição foi consequência da rápida industrialização e com isso, despertou o interesse da população com a qualidade do meio ambiente. As exigências com relação ao meio ambiente tem implicado na mudança dos conceitos de controle de poluição (VIGNESWARAN, JEGATHEESAN e VISVANATHAN, 1999).

Geralmente, os controles de poluição incluem o tratamento de resíduos poluentes, a reciclagem fora do local, os processos de concentração para redução do volume do resíduo, a diluição para redução da toxicidade, entre outros (CAGNO, TRUCCO e TARDINI, 2005). Estas medidas de controle da poluição, na maioria das vezes, têm o inconveniente de transferir o poluente de um meio para outro, e ainda adicionam custos de produção (GUTIERREZ-MARTIN e HÜTTENHAIN, 2003).

Práticas inadequadas de gerenciamento de resíduos podem criar situações potencialmente perigosas e riscos significantes à saúde de seres vivos e ao meio ambiente. Os impactos ambientais gerados por uma empresa ocorrem nos níveis: uso da terra, diversidade biológica, ecológica e saúde humana (TIBOR e FELDMAN, 1996).

Devido aos numerosos problemas e situações associadas ao gerenciamento inadequado de resíduos, principalmente relacionados à disposição final, aumentou-se o interesse da população para o planejamento e gerenciamento de resíduos (MISRA e PANDEY, 2005). Esta crescente preocupação com os impactos ambientais gerados pela provisão de bens e serviços à sociedade tem sido indutora do desenvolvimento de novas ferramentas e métodos que visam a auxiliar na compreensão, controle e/ou redução desses impactos (CHEHEBE, 1998).

No começo dos anos 80, foi reconhecido que o uso contínuo dos recursos naturais nas fábricas e subsequente tratamento “fim-de-tubo” seguido pela disposição de resíduos, não forneceria a sustentabilidade dos recursos e nem a qualidade do meio ambiente. Inclusive, os resíduos industriais poderiam possuir valor econômico e não seriam apenas resíduos, dependendo da qualidade e acessibilidade. Como consequência, foi desenvolvido o conceito de minimização do uso dos recursos e geração de resíduos industriais (TSAI e CHOU, 2004)

2.2.1 Resíduos

Os processos produtivos geram resíduos devido às falhas de sistemas, matérias-primas inadequadas, falhas operacionais, falta de conhecimento técnico, comprometimento dos funcionários, entre outros. Quanto maiores forem as perdas de matérias-primas e insumos de um processo, maior será a quantidade de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos gerados (CRITTENDEN e KOLACZKOWSKI, 1995;

CERCAL, 2000; HENNINGSSON, SMITH e HYDE, 2001; ZBONTAR e GLAVIC, 2000). Assim, toda perda de matéria-prima, energia ou qualquer outro recurso natural representa ineficiência do processo e geração de resíduos (MILES, MUNILLA e MCCLURG, 1999).

CRITTENDEN e KOLACZKOWSKI (1995) definem resíduos como todo e qualquer elemento que não seja considerado produto ou matéria-prima dentro da especificação. São produtos contaminados ou fora do prazo de validade, água residuária e produtos de limpeza associados às operações de higienização das instalações e dos equipamentos, vazamentos acidentais de líquidos, emissões fugitivas, descarga de produtos gasosos, resíduos de máquinas, entre outros. No processo industrial, além de criar potenciais problemas ambientais, os resíduos representam perdas de matérias-primas, insumos, subprodutos ou produto principal e energia já pagos pela indústria, gastos no manuseio e disposição final, ou seja, tempo e investimentos significativos para o seu gerenciamento.

Os resíduos sólidos têm sido um dos maiores responsáveis pela degradação ambiental, sendo um dos problemas decorrentes da era do industrialismo que continuam sem solução (MATOS e SCHALCH, 2000). Além destes, o transporte, seja de matérias-primas ou dos resíduos, contribui de maneira significativa para os custos de uma empresa e também para o impacto ambiental causado por esta (MELLOR et al., 2002).

Para as empresas superarem os problemas relacionados aos resíduos, faz-se necessário a implantação de um plano de gerenciamento de resíduos, iniciando com a elaboração de um inventário de resíduos, no qual contempla as informações de todas as fontes geradoras, quantidades e destinação final (LORA, 2002).

De acordo com LORA (2002), a realização de um inventário de resíduos traz as seguintes vantagens:

- a) identificação, classificação e descrição de todos os resíduos gerados da unidade industrial;
- b) identificação das áreas e processos que geram resíduos, suas características, quantidade e volumes;

c) obter informações rápidas e precisas sobre qualquer situação crítica decorrente de transporte, manuseio ou disposição inadequada dos resíduos gerados após sua entrega a terceiros;

d) fornecimento de subsídios para a pesquisa de tecnologias que visem a redução da geração de resíduos, sua reciclagem e/ou seu reaproveitamento (LORA,2002).

2.3 GERENCIAMENTO AMBIENTAL

Segundo DONAIRE (1999), durante muitos anos a questão ambiental foi percebida como algo que não fazia parte do contexto organizacional. As empresas eram vistas como instituições econômicas que se preocupavam em resolver problemas econômicos (o que produzir, como produzir e para quem produzir).

Recentemente, o desempenho ambiental das empresas tem despertado o interesse de políticos, produtores e consumidores. Os políticos observam as instituições e fornecem incentivos para os produtores reduzirem a poluição. Produtores consideram a poluição como um problema secundário da produção e os consumidores mostram as preferências por produtos produzidos com tecnologias limpas (MURTY, KUMAR e PAUL, 2006).

As indústrias são grandes responsáveis pela poluição ambiental, além de resíduos sólidos, geram resíduos líquidos e emissões gasosas que causam impactos ambientais significativos e que devem ser minimizados. A preocupação de muitas organizações com o problema da poluição tem feito com que elas reavaliem o processo produtivo, buscando a obtenção de tecnologias limpas e o reaproveitamento dos resíduos. Isso tem propiciado vultosas economias, que não teriam sido obtidas se elas não tivessem enfocado este problema (DONAIRE, 1999).

Como a competitividade tem intensificado e globalizado na última década, o gerenciamento ambiental tem recebido grande atenção nas organizações. Empresas cada vez mais contam com sua rede de relacionamento para melhorar tecnologias e superar as expectativas dos consumidores. Devido a estas expectativas, aumenta-se a atenção para a responsabilidade social com o foco em particular no uso legal e justo dos recursos naturais. Muitas indústrias estão buscando maneiras para

minimizar o uso de recursos e a geração de resíduos (VACHON e KLASSEN, 2006; ZBONTAR e GLAVIC, 2000).

VILHENA e POLITI (2000), afirmam que a globalização torna obrigatório que as indústrias sejam produtoras com baixo custo, mantendo a qualidade de seus processos, produtos e serviços, para que possam permanecer competitivas no mercado.

CAJAZEIRA (1997), sintetiza a relação das empresas com o meio ambiente através de três fases distintas do pensamento empresarial moderno como resposta às questões ambientais, são elas:

a) fase negra: considera a degradação ambiental como uma etapa necessária para garantir o conforto do homem moderno. Esta fase norteou o pensamento empresarial até meados dos anos 70, quando as questões ambientais eram vistas como atividades de radicais ou exibicionistas;

b) fase reativa: ainda é a mais presumida nas organizações que procuram reduzir o impacto ambiental. As empresas buscam, nesta fase, atender a legislação para evitar ou reduzir as penalidades ambientais;

c) fase pro-ativa: a questão ambiental é vista como uma estratégia de negócios e uma determinante para o futuro competitivo da empresa. Busca-se soluções para os problemas ambientais de forma pragmática. A cultura da organização é voltada para o desenvolvimento sustentável. Direciona os recursos à prevenção e minimização dos impactos ambientais (CAJAZEIRA, 1997).

Um sistema de gestão ambiental envolve todo o sistema operacional da unidade industrial, desde o controle dos processos de compras, passando pelo inventário e controle de material e estoque, manutenção, e outros (MATOS e SCHALCH, 2000).

HARRINGTON e KNIGHT (2001) mencionam que a gestão ambiental é tida como investimento, como uma forma de reduzir os custos das operações e aumentar a receita, eles citam algumas vantagens de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) eficaz:

- a) as expectativas da administração são claramente comunicadas aos funcionários;
- b) a organização tem um desempenho muito mais previsível;
- c) o SGA oferece uma base para todas as atividades de melhoria organizacional;
- d) o SGA minimiza a quantidade de erros que ocorrem e economiza tempo, porque as instruções de trabalho são documentadas (HARRINGTON e KNIGHT, 2001).

Além destas vantagens, outras oportunidades podem ser citadas no aspecto econômico quando a questão ambiental é ressaltada na empresa, entre elas são: a reciclagem de materiais que tem trazido uma grande economia de recursos para as empresas; o reaproveitamento dos resíduos internamente ou sua venda para outras empresas; o desenvolvimento de novos processo produtivos com a utilização de tecnologias limpas ao ambiente, que se transformam em vantagens competitivas e até mesmo possibilitam a venda de patentes; o desenvolvimento de novos produtos para um mercado cada vez maior de consumidores conscientizados com a questão ecológica, geração de materiais de grande valor industrial a partir do lodo tóxico e o aparecimento de um mercado de trabalho promissor ligado à variável ambiental que envolve auditores ambientais, gerentes de meio ambiente, advogados ambientais, bem como o incremento de novas funções técnicas específicas (DONAIRE, 1999).

Um programa de gerenciamento efetivo abrange, além dos aspectos tecnológicos, os aspectos educacionais, políticos e legais. Somente considerando todos os itens envolvidos na problemática, é que se pode garantir seu sucesso e continuidade (MATOS e SCHALCH, 2000).

O principal objetivo das empresas é a maximização da produção de produtos enquanto minimiza custos. A minimização de custos ambientais também pode ser o objetivo principal, se existirem suficientes incentivos sociais e de marketing. Alcançar estes objetivos envolve mudanças sobre a geração de resíduos em combinação com outras decisões de produção (CHAPPLE, PAUL e HARRIS, 2005).

Reduzir custos com a eliminação de desperdícios, desenvolver tecnologias limpas e acessíveis do ponto de vista econômico e reciclar insumos são mais do que

princípios de gestão ambiental, representam condição de sobrevivência (KRAUSE, 1997).

2.3.1 Prevenção da Poluição

Segundo CETESB (2002), a prevenção à poluição refere-se a qualquer prática, processo, técnica e tecnologia que visem à redução ou eliminação em volume, concentração e toxicidade dos poluentes na fonte geradora. Inclui também modificações nos equipamentos, processos ou procedimentos, reformulação ou replanejamento de produtos, substituição de matérias-primas, eliminação de substâncias tóxicas, melhorias nos gerenciamentos administrativos e técnicos da empresa e otimização do uso das matérias-primas, energia, água e outros recursos.

O fator essencial da abordagem da prevenção à poluição é o conceito de redução na fonte, baseado na idéia de que a geração de poluentes pode ser reduzida ou eliminada pelo aumento da eficiência no uso de matérias-primas, energia, água e outros recursos (CAGNO, TRUCCO e TARDINI, 2005).

Claramente, o reuso e a prevenção à poluição de resíduos industriais pode não somente reduzir a geração de resíduos, mas também pode conservar os recursos naturais (TSAI e CHOU, 2004). A prevenção à poluição pode atuar diretamente nos custos, influenciando o desempenho interno da companhia através do aumento da produtividade, otimizando o uso dos recursos, melhorando a eficiência do processo e, obviamente, reduzindo o impacto ambiental (CAGNO, TRUCCO e TARDINI, 2005).

Segundo DUNN e BUSH (2001), a maior diferença entre prevenção à poluição e controle de poluição é que a primeira é uma ação antes que o poluente exista, sendo uma medida preventiva, e a segunda ocorre como medida corretiva, sendo uma ação para controlar os efeitos da poluição que foi gerada.

Para OLIVEIRA FILHO (2001), a solução tecnológica do tipo fim-de-tubo corre atrás dos prejuízos ambientais causados por um sistema produtivo, remediando os seus efeitos, mas sem combater as causas que os produziram. Ao contrário, a prevenção à poluição contempla mudanças nos produtos e processos produtivos a fim de reduzir ou eliminar todo tipo de resíduos antes que eles sejam criados.

As técnicas utilizadas na prevenção da poluição para melhoria de processo são essencialmente a minimização de resíduos e adoção de tecnologias limpas (CAGNO, TRUCCO e TARDINI, 2005).

Para VALLE (2000), adotar uma tecnologia limpa não significa dizer, entretanto, que as instalações de uma indústria existente tenham que ser inteiramente substituídas. Modificações localizadas, introduzidas em alguns setores críticos das instalações, quase sempre são soluções suficientes para a maioria das indústrias.

Muitas das medidas de prevenção à poluição custam pouco para serem implementadas e, uma vez introduzidas as de baixo custo, as empresas devem considerar mudanças de processos/tecnologias que exigem pesquisa, testes, despesas de instalação inicial e investimento de capital (CETESB, 2002).

2.3.2 ISO 14.000

ISO 14.000 é a denominação de uma serie de padrões e guias formulados em 1996 pela International Organization for Standardization, com o objetivo de padronizar os programas de gerenciamento ambiental de indústrias mundialmente. Os padrões são voluntários e pode ser adaptados por qualquer organização independente do tamanho, localização e atividade (GHISELLINI e THURSTON, 2005).

O núcleo da série ISSO 14.000, a norma ISO 14.001, intitulada como “Sistemas de gestão ambiental – Especificação e diretrizes para uso” está diretamente relacionada com a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental. De acordo com este padrão, a empresa se compromete em atender a legislação, atuar na prevenção à poluição e, buscar a melhoria contínua de seus produtos, atividades e serviços (GHISELLINI e THURSTON, 2005).

A norma ISO 14.001 orienta as empresas para o desenvolvimento da política ambiental, identificação dos aspectos ambientais, definição de objetivos e metas, implementação de um programa para atingir os objetivos da empresa, monitoramento e medição, correção dos problemas e deficiências e revisão do gerenciamento do sistema para promover a melhoria contínua (RONDINELLI e VASTAG, 2000).

Influenciados por um mercado externo promissor, muitas empresas passaram a adotar a política ambiental não apenas de forma pressionada através da legislação, e sim pela necessidade de buscar novos clientes (CAMARGO, 2003).

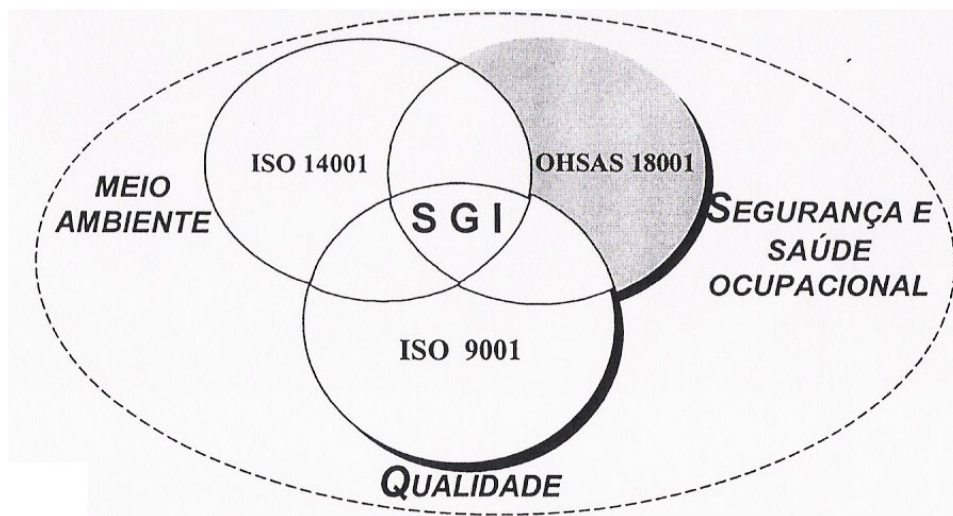
RONDINELLI e VASTAG (2000) mencionam três aspectos principais nas empresas que implantaram um Sistema de Gestão Ambiental baseado nos padrões ISO 14.001. Estes aspectos foram a conscientização dos funcionários, a eficiência operacional e a conscientização gerencial.

Para as empresas, um padrão internacional facilita o desenvolvimento de um sistema de gerenciamento ambiental, e para as partes interessadas, governos, companhias de seguros e instituições financeiras um padrão internacional, promove a avaliação do desempenho ambiental da empresa e a redução de riscos (RONDINELLI e VASTAG, 2000). A adoção das normas da série ISO 14000 traz vários benefícios para a empresa, como a melhoria da reputação e imagem, atendimento das exigências dos consumidores, melhoria na relação com financiadores e acionistas e minimização de custos diversos (MILES, MUNILLA e MCCLURG, 1999)

Contudo, atualmente para algumas empresas de alta tecnologia e que possuem clientes no mercado externo, a certificação de um sistema de gestão ambiental isolado não é mais suficiente. O mercado procura empresas que possuem a certificação de um Sistema de Gestão Integrado (SGI). O SGI contempla três normas simultaneamente, as normas ISO 14.001, ISO 9.001 e OHSAS 18.001 (Occupational Health and Safety Assessment), que se referem à gestão ambiental, gestão da qualidade e a gestão de saúde e segurança, respectivamente.

A Figura 1 mostra o modelo normativo do SGI.

FIGURA 1 – MODELO NORMATIVO SGI



FONTE: BUREAU VERITAS (2005)

BUREAU VERITAS (2005), menciona os seguintes motivos para as empresas implantarem o SGI:

- a) elevar a imagem da organização no âmbito nacional e internacional;
- b) reduzir riscos de falhas, perdas, acidentes, emergências, poluição, desperdícios, reclamações, multas, processos, etc.;
- c) reduzir horas improdutivas devido aos acidentes de trabalho, custos de tratamento médico, ações trabalhistas, ocasionando um aumento de produtividade;
- d) melhorar a satisfação e confiança dos acionistas, dos clientes, dos empregados, dos fornecedores, da comunidade, da sociedade, das Organizações Não-Governamentais, e do governo;
- e) reduzir custos e investimentos de implantação, certificação e manutenção;
- f) evitar a superposição de documentos e reduzir a burocracia.

2.4 MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS

Diante do reconhecimento por parte das organizações, da necessidade de controlar e melhorar seu desempenho ambiental, o enfoque das questões ambientais passou do controle para a prevenção de poluição. A minimização de

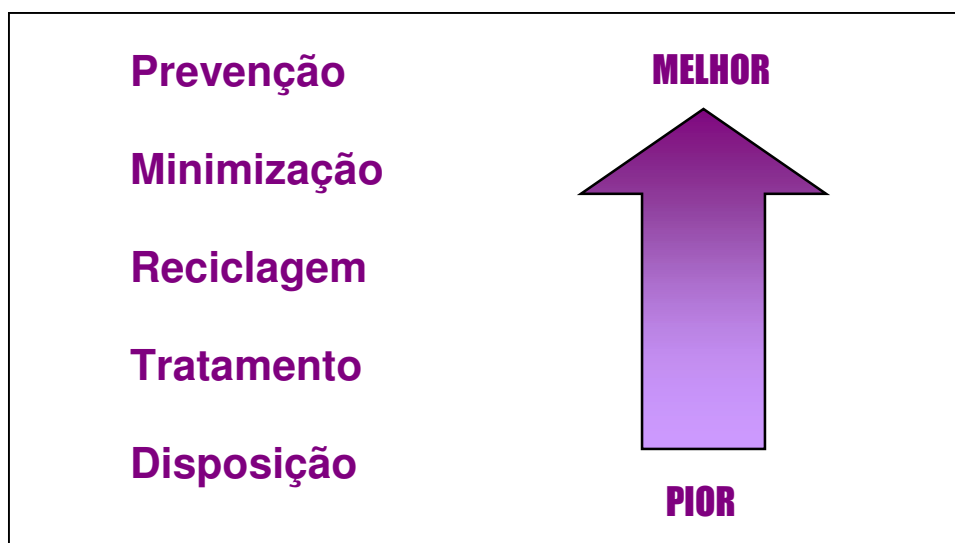
resíduos faz parte de um novo conceito de gerenciamento que possui uma estrutura de ação fundamentada na sua prevenção e reciclagem. Essa nova postura tem se mostrado mais efetiva para combater o aumento da degradação do meio ambiente, bem como para atender a normas ambientais, além de melhorar a imagem pública de um governo ou de uma empresa e reduzir desperdícios financeiros (MATOS e SCHALCH, 2000).

O termo “Minimização de Resíduos” foi definido pela Agência de Proteção Ambiental Norte-Americana (Environmental Protection Agency – EPA), como “toda a ação tomada para reduzir a quantidade e/ou toxicidade dos resíduos que requerem disposição final (EPA,1988). Segundo CRITTENDEN e KOLACZKOWSKI (1995), a minimização de resíduos envolve qualquer técnica, processo ou atividade que evite, elimine ou reduza a quantidade de resíduo gerada na fonte, normalmente dentro dos limites do processo como sistema, ou permita o reuso ou a reciclagem dos resíduos, diminuindo os custos de tratamento e protegendo o meio ambiente.

É reconhecido que o gerenciamento de resíduos, particularmente a minimização de resíduos, são técnicas essenciais para uma economia competitiva sustentável. Nota-se o aumento do número de empresas que estão adotando os princípios da sustentabilidade. Para atingir esta sustentabilidade, as empresas devem começar com o monitoramento do desempenho ambiental e identificar oportunidades para redução de custos através da implementação de programas de minimização de resíduos (HOLT, PHILLIPS e BATES, 2000; EL-FADEL et al, 2001).

CRITTENDEN e KOLACZKOWSKI (1995) apresentam na Figura 2 a hierarquia de opções de gerenciamento de resíduos.

FIGURA 2 – HIERARQUIA DE OPÇÕES PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS



FONTE: CRITTENDEN e KOLACZKOWSKI (1995)

A hierarquia citada por CRITTENDEN e KOLACZKOWSKI (1995), indica que a prevenção é a opção preferencial, deve-se não gerar resíduos. Porém quando a não geração de resíduo não for possível, atua-se nos segundo e terceiro níveis da hierarquia, a minimização e posteriormente na reciclagem.

Com base na hierarquia de opções para gerenciamento de resíduos, CRITTENDEN e KOLACZKOWSKI (1995) definem a hierarquia das práticas de gerenciamento de resíduos, apresentada na Tabela 1.

TABELA 1 – HIERARQUIA DAS PRÁTICAS DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS BASEADA NO CRITÉRIO DE PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO

Práticas de Gerenciamento	Características
Eliminação	Completa eliminação do resíduo
Redução na fonte	Evitar, reduzir ou eliminar o resíduo, geralmente dentro de uma unidade produtiva, promove mudanças nos processos industriais ou procedimentos.
Reciclagem	O uso, reuso e reciclagem de resíduos para o propósito de origem ou para outro propósito como matéria-prima, material recuperado ou produção de energia
Tratamento	A destruição, desintoxicação, neutralização, etc, dos resíduos em substâncias menos poluentes.
Disposição	A descarga de resíduos no ar, água, ou descarte apropriadamente controlado e seguro a fim de torná-los menos poluentes. Local de disposição seguro pode envolver redução de volumes, encapsulação, dissolução de substâncias e técnicas de monitoramento.

FONTE: CRITTENDEN e KOLACZKOWSKI (1995)

CRITTENDEN e KOLACZKOWSKI (1995), citam os seguintes benefícios da minimização de resíduos:

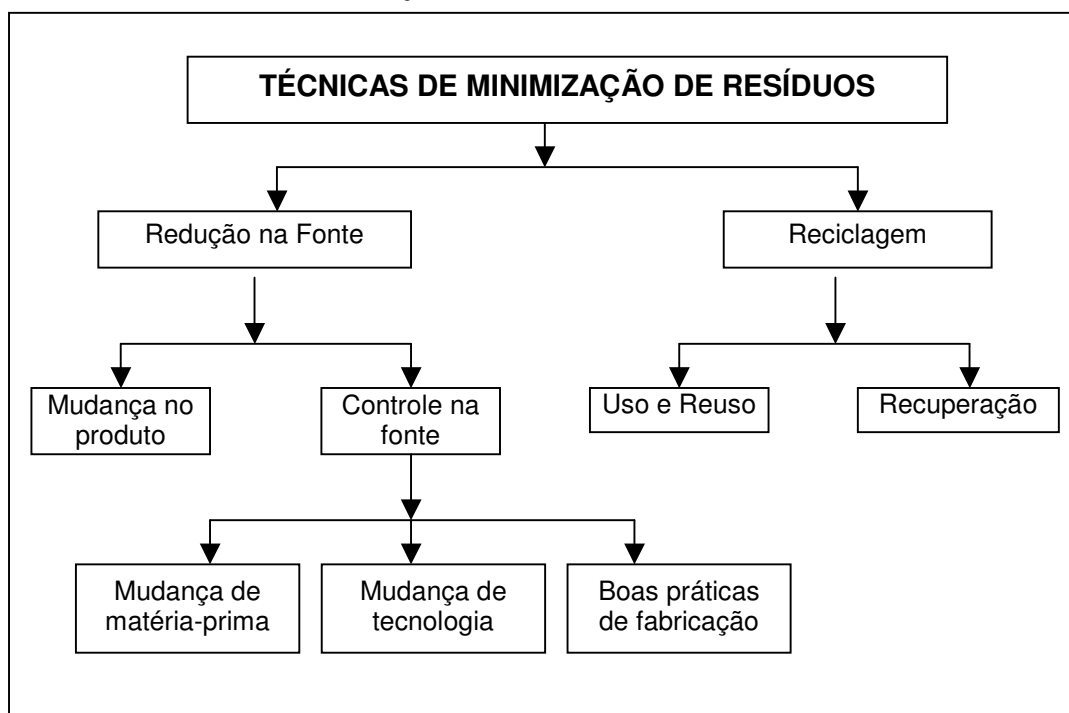
- a) redução de custos de monitoramento, controle, tratamento e gerenciamento de resíduos;
- b) redução de custos de estocagem, transporte e disposição de resíduos;
- c) redução de custos-administrativos relacionados ao gerenciamento de resíduos;
- d) redução do custo de matérias-primas, insumos e utilidades;
- e) redução de riscos à saúde e segurança de funcionários relacionados a resíduos perigosos;
- f) redução do risco ambiental;
- g) maior facilidade na obtenção de licenças e financiamentos;
- h) melhoria na eficiência e rentabilidade do processo;
- i) melhoria da imagem pública da empresa.

ILOMAKI e MELANEN (2001) realizaram uma pesquisa com quatorze empresas de pequeno e médio porte que implantaram um programa de minimização de resíduos. As empresas citaram que entre os benefícios obtidos com o programa tem-se o melhor gerenciamento de seus resíduos, melhoria na imagem pública e aumento de eficiência de processos, seja pelo uso de tecnologias mais modernas ou aplicação de boas práticas de fabricação.

2.4.1 Técnicas de Minimização de Resíduos

Segundo EPA (1988), as técnicas de minimização de resíduos podem ser divididas em dois grandes grupos: redução na fonte e reciclagem, conforme apresentada na Figura 3.

FIGURA 3 – TÉCNICAS DE MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS



FONTE: EPA(1988)

CAGNO, TRUCCO e TARDINI (2005) definem o termo “redução na fonte” como qualquer prática que:

a) reduz a quantidade de qualquer substância contaminante, perigosa ou poluente introduzida através de resíduo ou lançada no meio ambiente por outra maneira antes de ser reciclada, tratada ou descartada;

b) reduz o perigo para a sociedade e para o meio ambiente associado ao lançamento de certas substâncias, poluente ou contaminante (CAGNO, TRUCCO e TARDINI, 2005).

O controle na fonte consiste nas mudanças de matérias-primas, tecnologias e boas práticas operacionais. Segundo MATOS e SCHALCH (2000), as mudanças de matérias-primas são técnicas relativas às modificações dos materiais utilizados no processo industrial, as mudanças de tecnologias são modificações relativas ao próprio processo ou a seus equipamentos, visando à redução de resíduos e as boas práticas operacionais são as técnicas que incluem medidas administrativas, institucionais ou procedimentos que uma companhia pode utilizar para minimizar

resíduos e por isso constituem, dentre todas as técnicas, a de maior número de opções.

Do mesmo modo que a redução na fonte, a reciclagem oferece oportunidades consideráveis para limitar o impacto ambiental, mesmo que geralmente envolva o uso de recursos. A reciclagem está no nível hierárquico mais baixo que a redução na fonte (CAGNO, TRUCCO e TARDINI, 2005).

A reciclagem é uma estratégia popular e trabalho-intensivo para minorar alguns efeitos da exploração de matérias-primas. Para que ela seja eficaz, é preciso estimular mercados significativos de componentes e produtos acabados reciclados. As empresas com consciência ecológica, portanto, devem não só apoiar esses mercados, mas também devem averiguar se os materiais destinados à reciclagem estão ou não sendo realmente reprocessados (CALLENBACH et al, 2003).

A economia obtida através da reciclagem reflete-se em ganhos na redução de matérias-primas, redução de consumo de energia, de água, da geração de resíduos, aumento do bem estar dos colaboradores e crescimento de competitividade com outras empresas do setor (CALDERONI, 2003).

A reciclagem envolve técnicas de uso e reuso e recuperação. Segundo EPA (1988), o uso e reuso diretos constituem no retorno do material residual, quer seja no processo original quer seja como substituto de um material em outro processo. Já a recuperação, como o próprio nome indica, consiste em recuperar um composto utilizável de um resíduo e reutilizá-lo fora ou dentro do próprio processo industrial.

2.4.2 Metodologias de Minimização de Resíduos

Existem várias metodologias de minimização de resíduos tendo em vista que este sistema é flexível e facilmente adaptável por qualquer empresa. EPA (1988), propõe uma metodologia de minimização baseada nas seguintes etapas:

- a) planejamento: definição de objetivos e metas,
- b) avaliação: levantamento dos dados e ordenação dos resíduos prioritários,
- c) análise das Alternativas: identificação e seleção de estratégias de minimização de resíduos e análise técnica e econômica,

d) implementação do Projeto: justificativa do projeto e obtenção de recursos, instalação de equipamentos e implementação de procedimentos,

e) avaliação do Sistema: avalia o sistema implantado e reinicia o processo com a reavaliação dos objetivos e o tratamento dos projetos de menor prioridade (EPA, 1988).

MATOS e SCHALCH (2000) sugerem uma metodologia de minimização de resíduos semelhante e que envolve quatro etapas: planejamento, que abrange a definição de objetivos e metas; desenvolvimento, contendo o levantamento de dados e indicação das alternativas de minimização; elaboração de considerações ambientais, técnicas e econômicas, e por fim, as sugestões de alternativas de minimização.

CRITTENDEN e KOLACZKOWSKI (1995) resumem em sete etapas a metodologia de um Sistema de Minimização de Resíduos (SMR). São as seguintes etapas:

a) definição da política ambiental da empresa e de uma estratégia para alcançá-la através do SMR;

b) comprometimento da direção em conjunto com as definições de objetivos, metas, cronogramas e equipe de avaliação;

c) levantamento dos dados, identificação dos aspectos e impactos significativos relacionados a geração de resíduos e revisão das informações;

d) estabelecimento de uma hierarquia preliminar de opções;

e) análise da viabilidade técnica e econômica;

f) implementação, revisão e auditoria dos projetos de minimização de resíduos selecionados como prioritários;

g) avaliação do processo, redefinição das metas e tratamento dos projetos de menor prioridade (CRITTENDEN e KOLACZKOWSKI, 1995).

Para o presente trabalho adotou-se a metodologia de um Programa de Minimização de Resíduos (PMR) proposta por LEITE e PAWLOWSKY (2002), aplicada por CENDOFANTI (2005) em uma fábrica de carvão ativado e de goma resina e por LEITE (2003) em uma indústria de alimentos. Esta metodologia é composta por seis etapas, sendo elas:

1. Planejamento;
2. Levantamento de dados;
3. Priorização de resíduos;
4. Elaboração de medidas de minimização de resíduos;
5. Aplicação de medidas de minimização;
6. Monitoramento do PMR (LEITE e PAWLOWSKY, 2002).

Segundo LEITE e PAWLOWSKY (2002), na etapa de planejamento devem ser definidos os objetivos e metas do PMR e o comprometimento de todos os funcionários da empresa, inclusive os diretores e gerentes.

No levantamento de dados deve-se fazer a identificação do problema e a análise das exigências ambientais, conhecendo o fluxograma de processo, matérias-primas, insumos consumidos e produtos fabricados (CENDOFANTI, 2005; LEITE e PAWLOWSKY, 2002).

Para a priorização de resíduos, CERCAL (2000) e MELLOR et al. (2002), propõem a aplicação de modelos matemáticos que consideram a classificação do material, custos diretos e indiretos, balanços de massa, propriedades do material e impactos ambientais.

A quarta etapa trata da elaboração de medidas de minimização de resíduos onde observam-se as medidas gerais, mudanças no processo industrial e utilização de processos de reaproveitamento (LEITE e PAWLOWSKY, 2002). A análise das alternativas existentes deve seguir a “Hierarquia de Opções para o Gerenciamento de Resíduos” proposta por CRITTENDEN e KOLACZKOWSKI (1995), apresentada na Figura 2 do item 2.4.

Após a elaboração de medidas de minimização de resíduos deve-se aplicar as alternativas de minimização, observando aquelas que proporcionem melhores resultados ambientais, de acordo com a hierarquia de gerenciamento de resíduos, e que representem menores custos de implantação. De acordo com CHAPPLE, PAUL e HARRIS (2005), em alguns casos, para que se tenha a minimização de resíduos é necessário intensivo investimento de capital com a implantação de equipamentos específicos para diminuição da poluição.

Por último, o monitoramento do PMR deve ser realizado para análise da eficácia das medidas de minimização de resíduos, com a verificação da minimização

de resíduos e redução de custos, além do tratamento de novos resíduos e demais resíduos não prioritários, buscando sempre a melhoria contínua do processo.

2.4.3 Barreiras para Implantação de um Programa de Minimização de Resíduos

Para obter sucesso com o programa de minimização de resíduos, deve-se ter benefícios econômicos e/ou ambientais através da prevenção à poluição. Todos os funcionários da empresa devem ter conhecimento das barreiras econômicas, técnicas, legais e organizacionais para a implantação de um PMR e devem tentar superar todas estas barreiras (CRITTENDEN e KOLACZKOWSKI, 1995).

CRITTENDEN e KOLACZKOWSKI (1995) dividem as barreiras encontradas para a implantação de um programa de minimização de resíduos em quatro grupos:

a) barreiras econômicas: estas barreiras ocorrem quando uma empresa acredita que não tem capacidade e nem incentivo financeiro para a implantação da minimização de resíduos. Para superar estas barreiras, a empresa deve identificar os projetos de minimização de resíduos que requerem menor investimento financeiro;

b) barreiras técnicas: muitas empresas funcionam com equipamentos e tecnologias antigas e ultrapassadas, que são caracterizados pelo alto consumo de material por unidade de produto gerado. A aplicação de boas práticas de fabricação ajuda a redução do consumo de matéria-prima, aumentando a eficiência do processo;

c) barreiras legais: a existência de padrões de lançamento faz alguns industriais acreditarem que devam investir no tratamento dos seus resíduos para atingirem tais padrões, sem procurarem a prevenção à poluição como melhor opção e sem buscar para melhoria contínua;

d) barreiras culturais: a resistência a mudanças, falta de comprometimento da alta direção, falha na comunicação, inflexibilidade da estrutura organizacional e a burocracia da organização podem introduzir estas barreiras na empresa. As barreiras culturais podem ser superadas com programas de treinamentos e educação e aperfeiçoamento gerencial (CRITTENDEN e KOLACZKOWSKI, 1995).

TSAI e CHOU (2004), também citam algumas barreiras para implantação de um programa de minimização de resíduos:

- a) falta de comprometimento da alta administração;
- b) falta de integração organizacional na fase da implantação;
- c) falta de recursos, humanos e financeiros;
- d) falta de incentivos legais;
- e) falta de conhecimento técnico;
- f) medo de interferência na qualidade do produto;
- g) relutância para mudança (TSAI e CHOU, 2004).

2.5 PROCESSO GRÁFICO

A indústria gráfica brasileira caracteriza-se por um alto nível tecnológico, tendo muitas empresas obtido importantes avanços em termos de inovação de seus processos, o que contribui para a melhoria de sua produtividade, qualidade de seus produtos, com efeitos positivos sobre seus aspectos ambientais (SÃO PAULO et al., 2003).

A indústria gráfica no Brasil compreende uma gama variada de empresas, abrangendo desde pequenos estabelecimentos até empresas com estrutura e processos produtivos tipicamente industriais. Essas empresas atuam em segmentos distintos, utilizando-se de vários tipos de materiais, com as mais diversas finalidades. A maior parte dos serviços gráficos usa papel ou cartão como suporte, sendo freqüente, também, a impressão sobre plásticos e metais e, em menor escala, vidro e tecidos (BNDES, 1997).

O processo produtivo gráfico pode ser dividido em três etapas: pré-impressão, impressão e pós-impressão. A pré-impressão é a etapa onde se prepara o processo de impressão, e a pós-impressão é a etapa de acabamento dos produtos impressos. A impressão, por sua vez, é a principal parte do processo, onde a imagem é transferida para o meio escolhido (SÃO PAULO et al., 2003).

A pré-impressão representa o início do processo gráfico e inclui uma seqüência de operações que realiza a passagem da imagem, do original para o portador de imagem, também conhecido como forma. A impressão é a principal

etapa da indústria gráfica e consiste na transferência da imagem, contida no portador de imagem, para um suporte. A terceira e última etapa do processo gráfico é a pós-impressão, que consiste no acabamento dos produtos impressos, de acordo com requisitos definidos pelo cliente e sua logística. A operação de acabamento tem como finalidade criar, realçar e preservar as qualidades táteis e visuais do produto, bem como determinar seu formato, dimensões e viabilizar sua finalidade (SÃO PAULO et al., 2003).

Para cada processo gráfico, e muitas vezes para cada modelo de equipamento, variam os tipos de forma, também conhecidas como portadores de imagem (SÃO PAULO et al., 2003). Em geral, as formas mais comuns são:

- a) chapas metálicas para *offset*;
- b) tipos e porta-tipos de tipografia;
- c) fotopolímeros para flexografia;
- d) malhas e telas de serigrafia;
- e) cilindros de rotogravura (SÃO PAULO et al., 2003).

2.5.1 Aspectos Ambientais

Na etapa de pré-impressão do sistema de impressão por *offset* são utilizados métodos fotomecânicos para passar a imagem do original para a forma, o que gera efluentes líquidos provenientes do processo de revelação, que podem conter ácidos, alcalis, solventes, metais de recobrimento e reveladores. Nas demais etapas do processo são gerados resíduos, como embalagens de tintas e solventes, panos e estopas sujos com solvente ou óleo, borras de tinta e emissões da evaporação de solventes e vernizes, chamados “compostos orgânicos voláteis” (COV, ou em inglês VOC, - volatile organic compounds) (EPA, 1990).

Na serigrafia, os resíduos gerados na pré-impressão são semelhantes aos gerados no processo de *offset*. Além disso, há geração de resíduos da preparação da forma a partir da tela, como restos de madeira e a própria tela (SÃO PAULO et al., 2003).

Grande parte dos resíduos sólidos gerados pela indústria gráfica pode ser classificado como Classe II B – Inertes (ABNT, 2004). São eles restos de papel,

embalagens de filmes e papel, sobras de plástico da pós-impressão, etc. Além disso, na atividade gráfica são gerados outros resíduos sólidos classificados como Classe I e Classe IIA (ABNT, 2004), como as embalagens contendo restos de tinta, solventes e vernizes, as borras de tinta, os materiais de limpeza com solvente, as matérias-primas vencidas, as lâmpadas fluorescentes usadas, entre outros (SÃO PAULO et al., 2003).

O principal efluente líquido gerado numa empresa gráfica é o proveniente do descarte dos banhos de processamento da imagem e da forma. Além disso, em função dos processos e do nível de tecnologia empregado, podem haver outros, como os provenientes da limpeza de rolos e equipamentos, lavagem do piso entre outros (SÃO PAULO et al., 2003).

As emissões atmosféricas do processo gráfico restringem-se à emissão de compostos orgânicos voláteis (VOCs) evaporados dos solventes, tintas, vernizes e outros produtos semelhantes (SÃO PAULO et al., 2003).

Os VOCs são uma grande família de compostos. Alguns como o benzeno são tóxicos e cancerígenos. Outros apresentam menor toxicidade para o meio ambiente e os seres vivos. Em 1997 fez-se a estimativa das emissões de VOCs nos Estados Unidos e o resultado mostrou que mais de 80% das emissões de VOCs são provenientes de solventes usados, atividades de transporte e armazenagem de VOC e de veículos motores (NEVERS, 2000).

Os VOCs podem ser reduzidos através da prevenção (substituição de material, otimização do processo e boas práticas), recuperação (adsorção, adsorção/destilação, condensação, separação por membrana e redução de volume), e destruição (destruição termoquímica, destruição fotoquímica e biofiltração) (EPA, 1998).

2.5.2 Sistema de Impressão *Off-set*

O *offset* é um sistema de impressão indireto, onde uma chapa metálica é gravada com uma imagem. Após entintada, esta imagem é transferida para um cilindro intermediário, conhecido como blaqueta, e, por meio desta, transferida para o papel usado como substrato. A impressão *offset* pode ser plana, usada para a impressão de: livros, periódicos, posters, promocionais, brochuras, cartões, rótulos,

embalagens, ou rotativa, usada para a impressão de: jornais, livros, tablóides, revistas, catálogos, periódicos, promocionais, etc (SÃO PAULO et al., 2003).

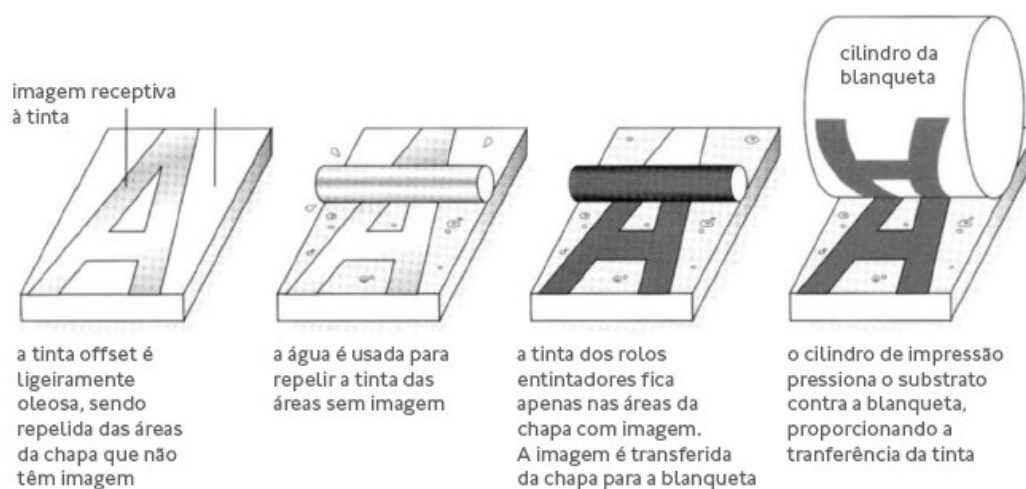
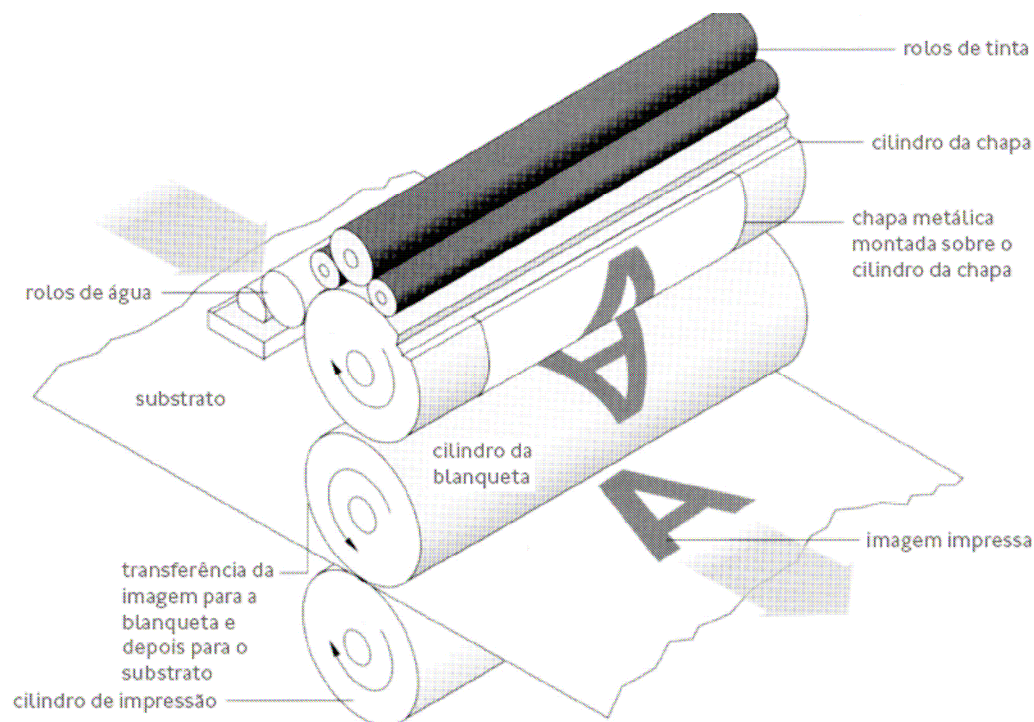
Antes de iniciar o processo de impressão, são elaborados os fotolitos e as chapas de impressão correspondentes. As chapas *off-set* podem ser de alumínio, aço inoxidável ou um papel especialmente processado, o que garante tiragens muito elevadas, são cobertas com uma camada de um preparado químico sensível à luz, similar ao usado no papel fotográfico. A arte-final ou fotolito é colocado em contato com a chapa e exposta à luz de alta intensidade. Manual ou automaticamente, a chapa é então processada, isto é, revelada e pronta para a impressão. Esse processamento nada mais é que um tratamento químico, de forma que a área com imagem rejeite a solução de água e aceite a tinta (BEACH e KENLY, 1998).

As impressoras *offset* têm três cilindros principais: o cilindro da chapa, em torno do qual se envolve a chapa; o cilindro de borracha, também chamado de blanqueta ou caucho, no qual a imagem é transferida; e o cilindro de impressão, que pressiona o papel contra o cilindro de borracha. Em operação, a chapa de impressão toma contato primeiro com os rolos molhadores, que molham a chapa com uma solução aquosa de goma arábica e ácido. Esta solução aquosa é aceita pela área sem imagem e rejeitada pela área com imagem. Depois, a chapa é entintada. A tinta, repelida pela solução aquosa na área sem imagem, é aceita apenas pela área com imagem (BEACH e KENLY, 1998).

A imagem entintada é então transferida para o cilindro de borracha, que, por sua vez, transfere-a para o papel. Quanto maior for o número de cilindros da impressora, maior a uniformidade no espalhamento da tinta e maior qualidade de impressão (BEACH e KENLY, 1998).

As impressoras podem variar quanto à quantidade de tinta que podem imprimir: existem impressoras *offset* que imprimem apenas uma cor e aquelas que imprimem até seis cores ao mesmo tempo (ciano, magenta, amarelo, preto e mais duas cores especiais) (BEACH e KENLY, 1998).

A Figura 4 mostra o conjunto de cilindros das impressoras *offset*, bem como, a transferência da imagem da chapa para a blanqueta e em seguida para o substrato.

FIGURA 4 – ESQUEMA DE IMPRESSÃO EM *OFFSET*

FONTE: BEACH e KENLY, 1998

2.5.3 Sistema de Impressão Serigrafia

A serigrafia, ou silk green, é um processo de impressão bem antigo, sendo bastante artesanal (BEACH e KENLY, 1998). Consiste num sistema de impressão direta que utiliza como forma uma tela de tecido, plástico ou metal, permeável à tinta nas áreas de grafismo e impermeabilizada nas áreas de contragrafismo. Sobre essa

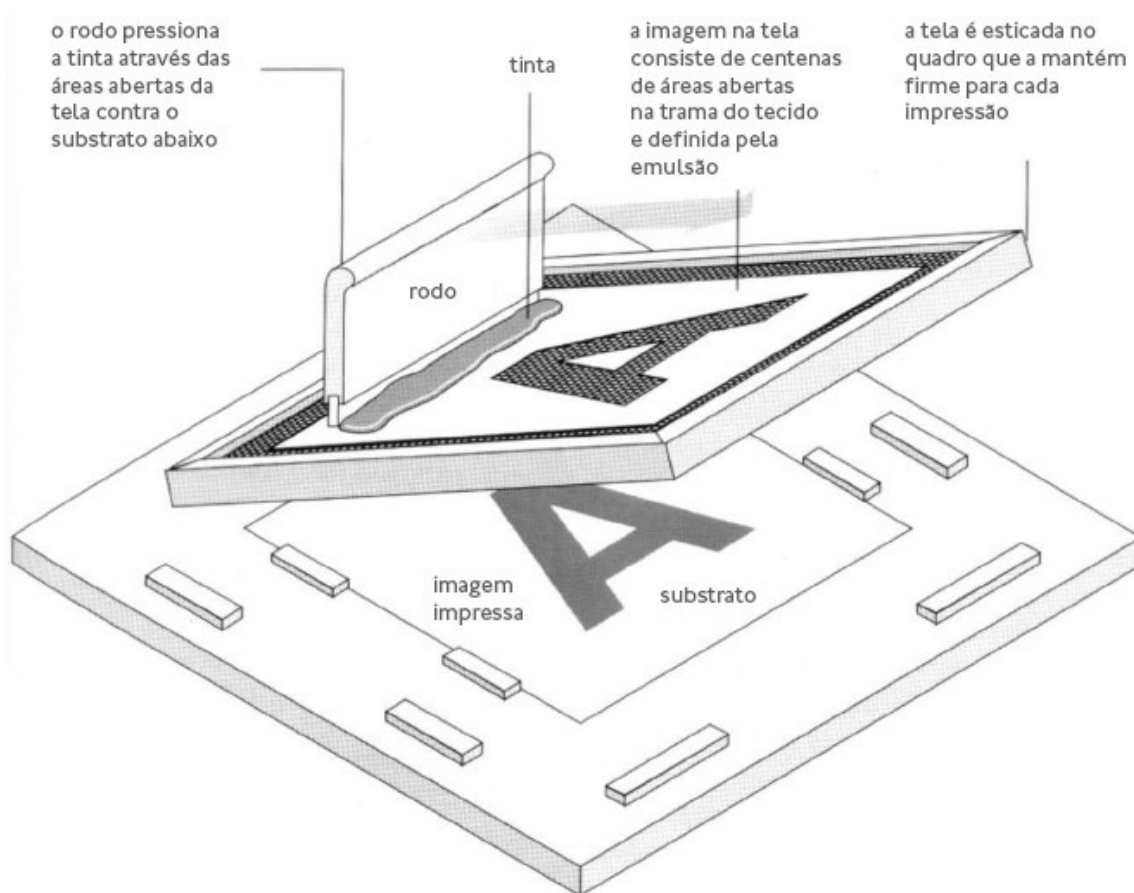
tela, montada numa moldura, a tinta é espalhada e forçada com auxílio de uma lâmina de borracha, para atingir o suporte. A serigrafia possui diversos usos, por permitir imprimir sobre diferentes tipos de materiais e superfícies irregulares, incluindo vidro, plástico, madeira, metal, etc (SÃO PAULO et al., 2003).

Na serigrafia, as imagens são gravadas por processo fotográfico em telas sintéticas especiais revestidas com uma finíssima camada de emulsão fotossensível; as regiões gravadas com a imagem são permeáveis às tintas, ao contrário do resto da tela, que permanece impermeável; cada tela é fixada numa moldura rígida e posicionada sobre a superfície a ser impressa (BEACH e KENLY, 1998).

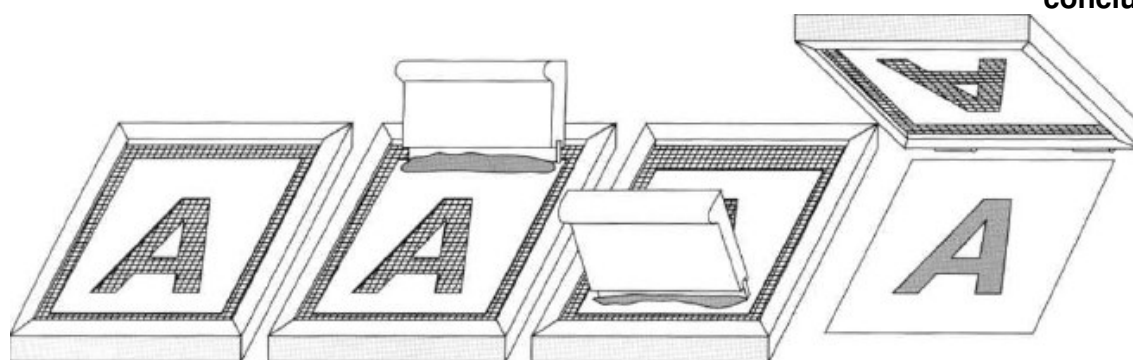
A Figura 5 apresenta o processo de impressão de serigrafia.

FIGURA 5 – ESQUEMA DE IMPRESSÃO EM SERIGRAFIA

continua



conclusão



a emulsão evita que a tinta passe para as áreas sem imagem da trama

a camada de tinta impressa é relativamente espessa. Isso possibilita impressões com densidade maior do que em outras formas de impressão

pela maleabilidade da tela e da emulsão utilizadas, a impressão serigráfica é possível sobre vários substratos. Vestuário, louças, garrafas plásticas ou de vidro, entre outros podem ser impressos com a serigrafia

a impressão serigráfica pode ser simples, possibilitando baixas tiragens a baixo custo

FONTE: BEACH e KENLY, 1998

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MODELO MATEMÁTICO DE PRIORIZAÇÃO DE RESÍDUOS

O modelo matemático proposto por CERCAL (2000) é capaz de valorar os resíduos oriundos de um ou mais processos produtivos, levando em consideração aspectos ambientais, econômicos, de riscos e de viabilidade técnica (facilidade de minimização). A aplicação deste modelo pode servir aos responsáveis sobre assuntos ambientais de uma determinada empresa, como auxílio à tomada de decisões para a implantação de um Sistema de Minimização de Resíduos Industriais.

Na seleção de prioridades para minimização de resíduos, o modelo trata cada resíduo sob três análises básicas com enfoques importantes e diferentes, são elas: Análise do resíduo por valor, no qual considera os aspectos econômicos incluindo aspectos ambientais e técnicos; Análise do resíduo por risco, consiste na análise dos riscos gerais que a geração do resíduo apresenta para a imagem da empresa, saúde de seus trabalhadores, moradores vizinhos e comunidades adjacentes; e por último, Análise do resíduo por facilidade de minimização, verifica-se a disponibilidade de recursos humanos, técnicos e financeiros relacionados à minimização do resíduo.

O modelo considera “equipamento” os objetos físicos por onde passam e/ou são processados e/ou tratados os materiais e “produto” os conjuntos de dados referentes a uma determinada situação de produção. Em um processo produtivo, o modelo é capaz de tratar a possibilidade de cada resíduo, em cada equipamento e para cada produto processado, sofrer mais de um tipo de destinação final.

3.1.1 Análise do Resíduo por Valor

Para esta análise, além de considerar aspectos econômicos, o modelo executa a correção do valor unitário do resíduo avaliando aspectos ambientais e aspectos técnicos referentes à relação do resíduo com o processo e sua constância das quantidades de geração.

Para efetuar a análise do resíduo por valor, são considerados as quantidades do resíduo geradas, os locais e situações em que ele ocorre, as suas diversas composições, o valor dos componentes presentes no resíduo e o grau de alteração (admitido para cálculo) que pode sofrer o valor de cada componente presente quando são considerados os aspectos ambientais, o custo global representado pelo gerenciamento a que o resíduo é submetido, e as destinações finais que são dadas ao resíduo.

Para tratar as diversas destinações finais, o modelo considera 25 classes distintas conforme a natureza do destino final, a existência ou não de beneficiamento antes da disposição final e a sua função, utilização do material (como matéria-prima, combustível ou subproduto) após sua destinação. Cada classe foi composta por um algarismo e uma letra. O algarismo representa a natureza da destinação final, o beneficiamento e a função do resíduo. E a letra, indica a localidade do destino final.

A Tabela 2 apresenta as características das classes de destinação de resíduos conforme os algarismos e letras mencionados anteriormente.

TABELA 2 – CARACTERÍSTICAS DAS CLASSES DE DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS

		continua
Identificação da Classe	Características	
1 - A	Reutilização direta e imediata do resíduo na fonte, com as substâncias presentes no mesmo sendo utilizadas com sua função original.	
1 - B	Reutilização direta do resíduo, porém não imediata, na fonte ou em outro equipamento da mesma unidade de processamento, que não aquele onde o resíduo é gerado, com as substâncias presentes neste resíduo sendo utilizadas com sua função original.	
1 - C	Reutilização direta do resíduo na mesma fábrica, em outra unidade de processamento, com as substâncias presentes neste resíduo sendo utilizadas com sua função original.	
1 - D	Reutilização direta do resíduo em outra fábrica, em outra unidade de processamento, com as substâncias presentes neste resíduo sendo utilizadas com sua função original.	
2 - A	Reutilização direta e imediata do resíduo na fonte, com as substâncias presentes no mesmo sendo utilizadas com função diferente da original.	
2 - B	Reutilização direta, porém não imediata, do resíduo na fonte ou em outro equipamento da mesma unidade de processamento, que não aquele onde o resíduo é gerado, com as substâncias presentes neste resíduo sendo utilizadas com função diferente da original.	
2 - C	Reutilização direta do resíduo na mesma fábrica, em outra unidade de processamento, com as substâncias presentes neste resíduo sendo utilizadas com função diferente da original.	
2 - D	Reutilização direta do resíduo em outra fábrica, com as substâncias presentes neste resíduo sendo utilizadas com função diferente da original.	

		conclusão
Identificação da Classe	Características	
3 - A	Reutilização direta e imediata do resíduo na fonte, após beneficiamento, com as substâncias presentes no mesmo sendo utilizadas com sua função original.	
3 - B	Reutilização não imediata do resíduo na fonte, ou em outro equipamento da mesma unidade de processamento, que não aquele onde o resíduo é gerado, após beneficiamento, e com as substâncias presentes neste resíduo sendo utilizadas com sua função original.	
3 - C	Reutilização do resíduo, após beneficiamento, na mesma fábrica, em outra unidade de processamento, com as substâncias presentes neste resíduo sendo utilizadas com sua função original.	
3 - D	Reutilização do resíduo em outra fábrica após beneficiamento externo, com as substâncias presentes neste resíduo sendo utilizadas com sua função original.	
3 - E	Reutilização do resíduo em outra fábrica após beneficiamento interno, com as substâncias presentes neste resíduo sendo utilizadas com sua função original.	
4 - A	Reutilização imediata do resíduo na fonte, após beneficiamento, com as substâncias presentes neste resíduo sendo utilizadas com função diferente da original.	
4 - B	Reutilização do resíduo na fonte, ou em outro equipamento da mesma unidade de processamento, que não aquele onde o resíduo é gerado, após beneficiamento, e com as substâncias presentes neste resíduo sendo utilizadas com função diferente da original.	
4 - C	Reutilização do resíduo após beneficiamento, na mesma fábrica, em outra unidade de processamento, com as substâncias presentes neste resíduo sendo utilizadas com função diferente da original.	
4 - D	Reutilização do resíduo em outra fábrica, após beneficiamento externo, com as substâncias presentes neste resíduo sendo utilizadas com função diferente da original.	
4 - E	Reutilização do resíduo em outra fábrica após beneficiamento interno, com as substâncias presentes neste resíduo sendo utilizadas com função diferente da original.	
5 - A	Disposição final adequada do resíduo com responsabilidade de terceiros.	
5 - B	Disposição final adequada do resíduo (local) com responsabilidade da empresa.	
5 - C	Disposição final adequada do resíduo (em outro local) com responsabilidade da própria empresa.	
6 - A	Disposição inadequada do resíduo com responsabilidade de terceiros	
6 - B	Disposição inadequada do resíduo (local) com responsabilidade da empresa	
6 - C	Disposição inadequada do resíduo (em outro local) com responsabilidade da própria empresa	
7	Resíduo com disposição indefinida e/ou não monitorado (composição e/ou quantidade, etc., desconhecido)	

FONTE: CERCAL, 2000

O resíduo de maior prioridade para se iniciar a minimização é aquele que apresenta o menor valor global. Com isso, o valor global quando positivo representa lucro que a empresa está tendo com o resíduo e quando negativo representa prejuízo, com isso, afirma-se que a disposição final do resíduo não é adequada, tanto pela análise econômica, quanto pelas análises ambiental e técnica.

A seguir são apresentadas as equações do modelo para análise do resíduo por valor. Sendo que a Equação 01 apresenta o valor unitário do resíduo ($\$^+$), a Equação 02, a alteração percentual admissível para o valor unitário do resíduo ($\Delta\$\%$), na Equação 03 calcula-se o custo unitário de beneficiamento do resíduo ($\$^-_B$), na 04 o custo unitário de transporte do resíduo ($\$^-_T$), na 05 o custo unitário de tratamento e disposição do resíduo ($\$^-_{TD}$), na 06 o custo unitário de geração e permanência do resíduo ($\$^-_{GP}$), na Equação 07 calcula-se o retorno obtido conforme a disposição do resíduo ($\$^+_R$) e as Equações 08 e 09 tratam do índice de priorização de resíduos e de sua base.

$$\$^+ = \sum_{k=1}^p \sum_{j=1}^e \left(\sum_{h=1}^d Y_{hjk} \cdot D_{\$^+}^{S/N}{}_{hjk} \right) \cdot \left(\sum_{i=1}^m \$^+_i X_{ijk} \right) \cdot Z_{jk} \cdot W_k \quad (01)$$

$$\Delta\$\% = \sum_{k=1}^p \sum_{j=1}^e \sum_{i=1}^m (\Delta\$\%_i \cdot X_{ijk}) \cdot Z_{jk} \cdot W_k \quad (02)$$

$$\$^-_B = \sum_{k=1}^p \sum_{j=1}^e \sum_{h=1}^d (Y_{hjk} \cdot D_{\$^-_B}^{S/N}{}_{hjk} \cdot \$^-_{Bhjk}) \cdot Z_{jk} \cdot W_k \quad (03)$$

$$\$^-_T = \sum_{k=1}^p \sum_{j=1}^e \sum_{h=1}^d (Y_{hjk} \cdot D_{\$^-_T}^{S/N}{}_{hjk} \cdot \$^-_{Thjk}) \cdot Z_{jk} \cdot W_k \quad (04)$$

$$\$^-_{TD} = \sum_{k=1}^p \sum_{j=1}^e \sum_{h=1}^d (Y_{hjk} \cdot D_{\$^-_{TD}}^{S/N}{}_{hjk} \cdot \$^-_{TDhjk}) \cdot Z_{jk} \cdot W_k \quad (05)$$

$$\$^-_{GP} = \sum_{k=1}^p \sum_{j=1}^e \sum_{h=1}^d (Y_{hjk} \cdot D_{\$^-_{GP}}^{S/N}{}_{hjk} \cdot \$^-_{GPhjk}) \cdot Z_{jk} \cdot W_k \quad (06)$$

$$\$^+_R = \sum_{k=1}^p \sum_{j=1}^e \sum_{h=1}^d \left(Y_{hjk} \cdot D_{\$^+_R}^{S/N}{}_{hjk} \cdot \$^+_{Rhjk} \right) \cdot Z_{jk} \cdot W_k \quad (07)$$

$$\xi_B = \sum_{k=1}^p \sum_{j=1}^e \sum_{h=1}^d \xi_{Bh} \cdot Y_{hjk} \cdot Z_{jk} \cdot W_k \quad (08)$$

$$\xi = \xi_B \cdot \Delta \$^{\%} \quad (09)$$

Sendo:

- p Número de produtos analisados simultaneamente;
- e Número de equipamentos onde o resíduo é gerado;
- m Número de materiais que compõem o resíduo;
- d Número de destinações finais dadas ao resíduo;
- $\$^+_i$ Valor unitário² do material genérico "i";
- $\Delta \$^{\%}_i$ Alteração percentual admissível para o valor do material genérico "i";
- X_{ijk} Percentual do material genérico "i" na composição do resíduo gerado no equipamento genérico "j", para o produto genérico "k";
- Y_{hjk} Percentual do total de resíduo gerado no equipamento genérico "j", para o produto genérico "k", que sofre a destinação genérica "h";
- Z_{jk} Percentual do total do resíduo que é gerado no equipamento genérico "j", para o produto genérico "k";
- W_k Percentual do total do resíduo gerado durante o produto "k";
- $\$^-_{Bhjk}$ Custo unitário de beneficiamento do resíduo gerado no equipamento genérico "j", para o produto genérico "k", que sofre a destinação genérica "h";

¹ O símbolo "\$" indica valor monetário. O índice "+" representa ganho monetário.

² O termo unitário se refere a um quilograma, um metro cúbico, uma tonelada ou outra unidade qualquer de quantificação do material que seja definida como base.

³ O símbolo "Δ", anteposto a "\$", indica a alteração do valor, e o símbolo "%", sobrescrito, indica que a alteração é percentual.

⁴ O índice negativo (-), ao lado do símbolo "\$", indica que se trata de um custo (prejuízo).

- $\$^{-}_{TDhjk}$ Custo unitário de tratamento e disposição do resíduo gerado no equipamento genérico “j”, para o produto genérico “k”, que sofre a destinação genérica “h”;
- $\$^{-}_{GPhjk}$ Custo unitário de geração e permanência do resíduo gerado no equipamento genérico “j”, para o produto genérico “k”, que sofre a destinação genérica “h”;
- $\$^{+}_{Rhjk}$ Retorno⁵ obtido por destinar o resíduo gerado no equipamento genérico “j”, para o produto genérico “k”, que sofre a destinação genérica “h”;
- ξ Índice de priorização hierárquica de minimização de resíduos (IPHMR);
- ξ_B Base do IPHMR, ponderada entre todos os equipamentos onde o resíduo é gerado e para todos os produtos considerados para análise;
- ξ_{Bh} Base do IPHMR da classe de destinação a que pertence a destinação genérica “h”;
- $\Delta\%_i$ Alteração percentual admissível para o valor do material genérico “i”, e;
- $D^{S/N}_{\$,+}, D^{S/N}_{\$,B}, D^{S/N}_{\$,T}, D^{S/N}_{\$,TD}, D^{S/N}_{\$,GP}, D^{S/N}_{\$,R}^{+}$ valores tabelados de acordo com a classe de disposição, apresentados na Tabela 3.

O aspecto ambiental foi considerado na análise do resíduo por valor com a inclusão da variável Índice de Priorização Hierárquica de Minimização de Resíduos (IPHMR). Este índice é o produto entre a “alteração percentual admitida para o valor substancial do resíduo ($\Delta\%$)” e a “base do IPHMR (ξ_B)”.

A alteração admitida para o valor substancial do resíduo representa a valoração do resíduo, analisando sua composição mássica, valor dos materiais que o compõem, e considerando a opção de seleção do nível de alteração percentual admitido para o valor de cada material quando da consideração do aspecto ambiental. Esta variável tem como valor mínimo 0,5 (50%) que significa que, para qualquer material considerado, define-se um padrão de variação de seu valor monetário mínimo de 50%, para que se tenha uma ênfase considerável no aspecto ambiental. A base do IPHMR é o valor constante que representa a posição da classe de destinação dentro da escala hierárquica de opções para o gerenciamento de resíduo, conforme Figura 2.

⁵ O retorno representa o ganho monetário obtido com a venda, reaproveitamento, reutilização ou reciclagem de uma unidade de quantificação do resíduo.

A Tabela 3 mostra a identificação da classe, os parâmetros matemáticos que devem ou não ser considerados, identificados através dos algarismos 1 ou 0 respectivamente e a base do IPHMR.

TABELA 3 – PARÂMETROS MATEMÁTICOS DAS CLASSES DE DESTINAÇÃO

Identificação da Classe	$D^{S/N}_{S+}$	$D^{S/N}_{S-B}$	$D^{S/N}_{S-T}$	$D^{S/N}_{S-TD}$	$D^{S/N}_{S-GP}$	$D^{S/N}_{S-R}$	ξ_B
1-A	1	0	0	0	0	0	+1,00
1-B	1	0	0	0	1	0	+0,97
1-C	0	0	0	0	1	1	+0,95
1-D ⁶	0	0	0/1	0	1	1	+0,92
2-A	0	0	0	0	0	1	+0,90
2-B	0	0	0	0	1	1	+0,87
2-C	0	0	0	0	1	1	+0,85
2-D	0	0	0/1	0	1	1	+0,82
3-A	1	1	0	0	0	0	+0,80
3-B	1	1	0	0	1	0	+0,77
3-C	1	1	0	0	1	0	+0,75
3-D	0	0/1	0	0	1	1	+0,72
3-E	0	01	1	0	1	1	+0,60
4-A	0	1	0	0	1	1	+0,50
4-B	0	1	0	0	1	1	+0,45
4-C	0	1	0	0	1	1	+0,40
4-D	0	0	0/1	0	1	1	+0,20
4-E	0	1	0/1	0	1	1	ZERO
5-A	0	0	0/1	1	1	0	-0,20
5-B	0	0	0	1	1	0	-0,40
5-C	0	0	1	1	1	0	-0,60
6-A	0	0	1	1	1	0	-1,00
6-B	0	0	0	1	1	0	-1,20
6-C	0	0	1	1	1	0	-1,40
7	0	0	0	0	1	0	-1,80

FONTA CERCAL, 2000

NOTA: ⁶ Utilizar zero (0), ou um (1), conforme o frete seja pago por terceiros, ou pela empresa respectivamente.

A Equação 10 calcula o valor unitário do resíduo não corrigido ($\$'$) que é o somatório de todos os custos e/ou retorno obtido em função das classes de destinações do resíduo.

$$\$' = \$^+ - \$_B - \$_T - \$_{TD} - \$_{GP} + \$^+_R \quad (10)$$

Sendo:

- $\$^+$ Valor unitário do resíduo, ponderado entre todos os equipamentos onde o mesmo é gerado, e para todos os produtos considerados para análise;
- $\$_B$ Custo unitário de beneficiamento do resíduo ponderado conforme as destinações dadas ao mesmo, entre todos os equipamentos onde é gerado, e para todos os produtos considerados para análise;
- $\$_T$ Custo unitário de transporte do resíduo ponderado conforme as destinações dadas ao mesmo, entre todos os equipamentos onde é gerado, e para todos os produtos considerados para análise;
- $\$_{TD}$ Custo unitário de tratamento e disposição do resíduo ponderado conforme as destinações dadas ao mesmo, entre todos os equipamentos onde é gerado, e para todos os produtos considerados para análise;
- $\$_{GP}$ Custo unitário de geração e permanência do resíduo ponderado conforme as destinações dadas ao mesmo, entre todos os equipamentos onde é gerado, e para todos os produtos considerados para análise, e;
- $\$^+_R$ Retorno obtido ponderado conforme a destinação do resíduo, entre todos os equipamentos onde é gerado, e para todos os produtos considerados para análise.

As variáveis das Equações 11, 12 consideram o aspecto técnico na análise por valor.

$$K = \sum_{k=1}^p \sum_{j=1}^e K_{jk} \cdot Z_{jk} \cdot W_k \quad (11)$$

$$\Omega = \text{constante} \quad (12)$$

Sendo:

- p Número de produtos analisados simultaneamente;
- e Número de equipamentos onde o resíduo é gerado;
- K Constância do resíduo ponderada entre todos os equipamentos onde o mesmo é gerado, e para todos os produtos considerados para análise;
- K_{jk} Fator de constância do resíduo gerado no equipamento genérico “j”, para o produto genérico “k”;
- Z_{jk} Percentual do total do resíduo que é gerado no equipamento genérico “j”, para o produto genérico “k”;
- W_k Percentual do total do resíduo gerado durante o produto “k”; e;
- Ω Relação do resíduo com o processo.

A Tabela 4 mostra os parâmetros matemáticos a serem utilizados no modelo matemático.

TABELA 4 – PARÂMETROS MATEMÁTICOS GERAIS

Relação do resíduo com o processo	Ω	Constância de geração do resíduo	K
Intrínseco	0,8	Fixo	1,1
Semi-intrínseco	1,0	Semi-fixo	1,0
Extrínseco	1,2	Variável	0,9

FONTE: Adaptado de CERCAL, 2000

Para a correção do valor unitário do resíduo, foram considerados os fatores δ^+ e δ^- calculados pelas Equações 13 e 14.

$$\delta^+ = (1 + \xi) / (K \cdot \Omega) \text{ para } \xi \neq (-1) \quad (13)$$

$$\delta^- = (1 - \xi) * (K \cdot \Omega) \text{ para } \xi \neq (-1) \quad (14)$$

Sendo:

- δ^+ Fator de correção para valores positivos do resíduo;
- δ^- Fator de correção para valores negativos do resíduo;
- ξ Índice de priorização hierárquica de minimização de resíduos (IPHMR);
- K Constância do resíduo ponderada entre todos os equipamentos onde o mesmo é gerado, e para todos os produtos considerados para análise, e;
- Ω Relação do resíduo com o processo.

Para finalização desta análise, tem-se a Equação 15 para obtenção do valor unitário do resíduo corrigido ($\$$) e a Equação 16 para obtenção do valor total do resíduo corrigido ($\$_{Total}$).

$$\begin{aligned}
 Se \ \$' > 0 &\Leftrightarrow \$ = \$' \cdot \delta^+ \\
 Se \ \$' < 0 &\Leftrightarrow \$ = \$' \cdot \delta^- \\
 Se \ \$' = 0 &\Leftrightarrow \$ = 0
 \end{aligned}
 \tag{15}$$

$$\$_{Total} = W_{Total} \cdot \$
 \tag{16}$$

Sendo:

- $\$'$ Valor unitário do resíduo não corrigido;
- δ^+ Fator de correção para valores positivos do resíduo;
- δ^- Fator de correção para valores negativos do resíduo;
- $\$$ Valor unitário do resíduo corrigido;
- W_{Total} Quantidade total do resíduo, e;
- $\$_{Total}$ Valor total do resíduo corrigido.

3.1.2 Análise do Resíduo por Risco

Para a análise do resíduo por risco o modelo considera quatro perguntas relacionadas ao risco da geração de cada resíduo:

1) Existem dados reais ou estimados referentes às quantidades de geração e/ou composição do resíduo, bem como com relação às destinações a que é submetido, para o equipamento específico e para o produto considerado?

2) Qual a relação com a ocorrência de danos à saúde humana que melhor se aplica à existência do resíduo em questão, quando gerado no equipamento específico e para o produto considerado?

3) Qual a relação com a ocorrência de reclamações de moradores vizinhos que melhor se aplica à existência do resíduo em questão, quando gerado no equipamento específico e para o produto considerado?

4) Qual a relação com a ocorrência de penalidades aplicadas por instituições públicas que melhor se aplica à existência do resíduo em questão, quando gerado no equipamento específico e para o produto considerado?

Para pergunta 1 as possíveis respostas são “sim” ou “não” e para as demais perguntas admite-se as respostas “Já ocorreu”, “Em potencial” e “Isento”. O resíduo é classificado inicialmente como prioritário se as respostas forem “sim” para a primeira pergunta e/ou “Já ocorreu” em uma das demais perguntas. Para as respostas “não” e “isento” o modelo atribui o peso ZERO e para as respostas “em potencial” o peso é apresentado na Tabela 5.

TABELA 5 – PESOS DAS PERGUNTAS DA ANÁLISE POR RISCO

Perguntas	Peso da pergunta da análise por riscos (Q_{ik})
Existem dados referentes a quantidades de geração e/ou composição do resíduo?	-
Qual a relação com a ocorrência de danos à saúde humana?	4
Qual a relação com a ocorrência de reclamações de moradores vizinhos?	2
Qual a relação com a ocorrência de penalidades aplicáveis?	1

FONTE: CERCAL, 2000.

Para a classificação do resíduo conforme a periculosidade, utiliza-se os critérios de acordo com a norma ABNT NBR 10.004: Resíduos Sólidos – Classificação, os valores da variável (Π) são apresentados na Tabela 6.

TABELA 6 – CLASSIFICAÇÃO DO RESÍDUO CONFORME A PERICULOSIDADE

Classificação	Π
Classe I (Perigoso)	1
Classe IIA (Não-inerte)	2
Classe IIB (Inerte)	3

FONTE: CERCAL, 2000.

A Equação 17 calcula o risco global do resíduo (R), este é diretamente proporcional ao número de perguntas da análise por riscos cuja resposta é “Em potencial”, ao peso destas perguntas e ao percentual total do resíduo gerado e inversamente proporcional à classificação do resíduo conforme sua periculosidade. Nesta análise, quanto maior o valor do risco global do resíduo, mais prioritário este é considerado.

$$R = \left(\sum_{k=1}^p \sum_{j=1}^e \sum_{h=1}^d Q_{jk} \cdot Z_{jk} \cdot W_k \right) \div \Pi \quad (17)$$

Sendo:

- R Risco global do resíduo;
- p Número de produtos analisados simultaneamente;
- e Número de equipamentos onde o resíduo é gerado;
- q Número de perguntas para análise por riscos cuja resposta é “Em potencial”;
- Q_{jk} Peso da pergunta da análise por riscos no equipamento genérico “j”, para o produto genérico “k”;
- Z_{jk} Percentual do total do resíduo que é gerado no equipamento genérico “j”, para o produto genérico “k”;
- W_k Percentual do total do resíduo gerado para o produto “k”, e;
- Π Classificação do resíduo conforme a periculosidade.

3.1.3 Análise do Resíduo por Facilidade de Minimização

Semelhante a análise do resíduo por risco, a análise do resíduo por facilidade de minimização com base em perguntas, onde são aceitas respostas “sim” ou “não” e estas possuem pesos diferenciados.

Na Tabela 7 tem-se as perguntas com seus respectivos pesos para respostas “sim” e os pesos relacionados aos custos de minimização.

TABELA 7 – PESOS DAS PERGUNTAS PARA ANÁLISE DO RESÍDUO POR FACILIDADE DE MINIMIZAÇÃO

Pergunta	F _{jk}	Custos	CM _{jk}
Parar equipamento?	01	Muito alto	4
Parar processo?	02	Alto	3
Parar unidade?	03	Baixo	2
Modificar equipamento?	02	Muito baixo	1
Modificar processo?	04		
Modificar unidade?	06		
Implantar equipamento?	04		
Implantar processo?	08		
Implantar unidade?	12		
Tecnologia Disponível?	-10,1		
Mão de Obra Disponível?	-7,1		
Recursos Disponíveis?	-15,1		

FONTE: CERCAL, 2000.

As Equações 18 e 19 calculam a Facilidade global de minimização do resíduo (F), sendo diretamente proporcional ao somatório dos pesos das perguntas cuja resposta é “sim”, multiplicado ou dividido pelo índice de custo de minimização do resíduo no equipamento e produto específico (conforme o somatório seja positivo ou negativo, respectivamente) e às porcentagens do total do resíduo que é gerado neste mesmo equipamento e produto específico.

$$F = \sum_{k=1}^p \sum_{j=1}^e \left(\sum_{f=1}^f F_{jk} \cdot CM_{jk} \right) \cdot Z_{jk} \cdot W_k \quad \text{se } \Sigma F_{jk} > 0 \quad (18)$$

$$F = \sum_{k=1}^p \sum_{j=1}^e \left(\sum_{f=1}^f F_{jk} \div CM_{jk} \right) \cdot Z_{jk} \cdot W_k \quad \text{se } \Sigma F_{jk} < 0 \quad (19)$$

Sendo:

- F Facilidade de Minimização global do resíduo;
- p Número de produtos analisados simultaneamente;
- e Número de equipamentos onde o resíduo é gerado;
- f Número de perguntas para análise por facilidade de minimização no equipamento “j” para o produto “k”;
- F_{jk} Peso da pergunta da análise por facilidade de minimização no equipamento “j” para o produto “k”;
- CM_{jk} Custo para minimizar a geração do resíduo proveniente do equipamento genérico “j”, para o produto genérico “k”;
- Z_{jk} Percentual do total do resíduo que é gerado no equipamento genérico “j”, para o produto genérico “k”, e;
- W_k Percentual do total do resíduo gerado para o produto “k”.

Diferentemente das análises anteriores, na análise do resíduo por facilidade de minimização quanto menor for o valor da Facilidade Global de Minimização do Resíduo, mais fácil será para minimizá-lo e consequentemente será considerado prioritário.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS E UTILIZAÇÃO DO MODELO

Para melhor planejamento e abordagem, o trabalho foi realizado de acordo com as divisões dos setores da empresa. Esta segregação é necessária, pois facilita a identificação e caracterização dos resíduos, e também, as ações para minimização dos resíduos. Foram analisados sete (7) setores, sendo cinco (5) setores produtivos, um (1) setor englobando recebimento e expedição de materiais e por último, a Estação de Tratamento de Efluentes. Os setores foram definidos conforme abaixo:

- a) Setor 01 – Pré-Impressão;
- b) Setor 02 – Impressão;
- c) Setor 03 – Acabamento;
- d) Setor 04 – *CHIP*;

- e) Setor 05 – Embalagem;
- f) Setor 06 – Almoxarifado e Expedição;
- g) Setor 07 – Estação de Tratamento de Efluentes.

Para a identificação dos resíduos, foram analisadas todas as atividades desenvolvidas de acordo com a divisão dos setores pré-determinados. Além dos resíduos oriundos do processo produtivo, os resíduos de atividades de limpeza doméstica e descarte dos equipamentos de proteção individual (EPIs) também foram analisados.

Com o objetivo de facilitar a coleta de dados e a inclusão das informações necessárias para aplicação do modelo matemático de priorização proposto por CERCAL (2000), utilizou-se a Figura 6 – “Ficha de caracterização do resíduo” adaptada de LEITE (2003) para a caracterização dos resíduos. Cada resíduo possui sua ficha, contendo as informações para análise por valor e as questões para análise por risco e facilidade de minimização. O modelo de preenchimento da “Ficha de Caracterização do Resíduo” é apresentado no Anexo 02 .

FIGURA 6 – FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO

continua

<u>DESCRIÇÃO DO RESÍDUO</u>			
Código:	Resíduo:		
Local de Geração:			
Área:			
Tipo:	<input type="checkbox"/> sólido	<input type="checkbox"/> líquido	<input type="checkbox"/> gasoso
<u>ANÁLISE POR VALOR</u>			
Quantidade gerada (W_{Total}):			Unidade:
Forma de Coleta:			
Composição básica:			
Relação com o processo (Ω):	<input type="checkbox"/> intrínseco	<input type="checkbox"/> semi-intrínseco	<input type="checkbox"/> extrínseco
Fator de Constância (K_{jk}):	<input type="checkbox"/> fixo	<input type="checkbox"/> semi-fixo	<input type="checkbox"/> variável
CLASSE DE DESTINAÇÃO:			
<u>Natureza da destinação/beneficiamento/função</u>		<u>Localidade do destino final</u>	
<input type="checkbox"/> reutilização direta/função original		<input type="checkbox"/> na fonte	
<input type="checkbox"/> reutilização direta/função diferente da original		<input type="checkbox"/> outro equipamento	
<input type="checkbox"/> reutilização com beneficiamento/função original		<input type="checkbox"/> outra unidade produtiva	
<input type="checkbox"/> reutilização com beneficiamento/função diferente da original		<input type="checkbox"/> outra fábrica	

continuação

- () disposição final adequada () outra fábrica/beneficiado onde gerado
- () disposição final inadequada
- () resíduo sem destinação final definida

Identificação da Classe: _____

Base do IPHMR (ξ_B): _____Valor Unitário ($\$^+$): _____Alteração perc. admissível p/ $\$^+(\Delta S^{\%}_i)$: _____

CUSTO UNITÁRIO PARA:

Beneficiamento ($\$^{-}_{Bhjk}$): _____Tratamento e Disposição ($\$^{-}_{TDhjk}$): _____Transporte ($\$^{-}_{Thjk}$): _____Geração e Permanência ($\$^{-}_{GPhjk}$): _____Retorno obtido ($\$^{+}_{Rhjk}$): _____**ANÁLISE POR RISCOS**

Existem dados relacionados à geração e destinações? () SIM () NÃO

Ocorreram danos à saúde humana? () JÁ OCORREU () EM POTENCIAL () ISENTO

Ocorreram reclamações de moradores vizinhos? () JÁ OCORREU () EM POTENCIAL () ISENTO

Ocorreram penalidades aplicadas? () JÁ OCORREU () EM POTENCIAL () ISENTO

PERICULOSIDADE (π): () PERIGOSO () NÃO INERTE () INERTE**ANÁLISE POR FACILIDADE DE MINIMIZAÇÃO**

Para minimização deste resíduo será necessário:

Parar equipamento? () SIM () NÃO

Parar processo? () SIM () NÃO

Parar unidade? () SIM () NÃO

Modificar equipamento? () SIM () NÃO

Modificar processo? () SIM () NÃO

Modificar unidade? () SIM () NÃO

Implantar equipamento? () SIM () NÃO

Implantar processo? () SIM () NÃO

Implantar unidade? () SIM () NÃO

Tecnologia disponível? () SIM () NÃO

Mão-de-obra disponível? () SIM () NÃO

Recursos disponíveis? () SIM () NÃO

CUSTO PARA MINIMIZAÇÃO (CM_{jk}): _____

() muito alto

() alto

() baixo

() muito baixo

conclusão
SUGESTÕES DE MINIMIZAÇÃO: _____
OBSERVAÇÕES: _____
Respondido por: _____ Data: ____/____/____

FONTE: ADAPTADA DE LEITE (2003)

Na análise por valor, para caracterizar o resíduo conforme sua relação com o processo (Ω), foi considerado resíduo intrínseco como aquele relacionado diretamente com as atividades do setor e/ou diretamente na linha produtiva, tendo sido considerado semi-intrínseco como aquele relacionado as matérias-primas e, extrínseco aquele produzido fora da linha produtiva do setor analisado ou quando não se enquadra em nenhuma das outras categorias.

Em relação ao grau de variação das quantidades de geração dos resíduos (K_{jk}) foram consideradas três alternativas. Quando sua quantidade aumenta diretamente com o aumento do produto final, este resíduo é classificado como fixo, variável quando sua quantidade depende de fornecedores, funcionários e fatores não relacionados a produção e semi-fixo quando não se enquadra como fixo e nem variável.

Os valores de alteração percentual do valor admissível foram definidos como segue: $\Delta S_i\% = 0,5$ para equipamentos de proteção individual e materiais como papel, papelão, metal e madeira não contaminados, $\Delta S_i\% = 1,5$ para resíduos de PVC e materiais contaminados com produtos classe 1 (ABNT, 2004) e $\Delta S_i\% = 2,0$ para líquidos, emissões atmosféricas e lodo da Estação de Tratamento de Efluente.

As variáveis X_{jk} , Y_{jk} , W_k e Z_{jk} foram consideradas iguais a um (1), pois o levantamento foi realizado por setor, sendo desconsiderada a variação da quantidade gerada de resíduo por produto fabricado e o fator composição.

Aplicam-se as ponderações das variáveis $\Delta\%$, ξ_{Bh} e K_{jk} através das Equações 02, 08 e 11 para determinar $\Delta\%$, ξ_B e K , respectivamente, porém devido as simplificações realizadas com as variáveis X_{jk} , Y_{jk} , W_k e Z_{jk} iguais a um (1), tem-se a igualdade das variáveis $\Delta\%_i$ e $\Delta\%$, ξ_{Bh} e ξ_B , K_{jk} e K .

Conforme estabelecido no modelo, os resíduos que possuem valores de ξ_B negativos ($\xi_B < 0$) sofrem destinações ambientalmente impróprias e aqueles com valores de ξ_B positivos ($\xi_B > 0$) sofrem destinações ambientalmente aceitáveis.

Cada classe de destinação indica os custos unitários ($\$^+$, $\$^-_B$, $\$^-_T$, $\$^-_{TD}$, $\$^-_{GP}$, $\$^+_R$) necessários para efetuar o cálculo da análise do resíduo por valor, conforme apresentado na Tabela 3. Para os custos indicados com valores zero (0), estes não são pertinentes ao modelo e para aqueles cujos valores são iguais a um (1), faz-se necessário o levantamento e obtenção dos dados.

Os custos unitários (R\$/kg) foram fornecidos pelos funcionários da empresa de diversas áreas, como, controladoria, compras, qualidade, segurança e saúde através de análises de custos de produção, materiais, contratos de terceiros e outros custos relacionados. Para os dados não disponíveis, os valores foram estimados. Estes custos não foram autorizados para divulgação pela empresa para manter o sigilo de suas operações. Com isso, os custos unitários ($\$^+$, $\$^-_B$, $\$^-_T$, $\$^-_{TD}$, $\$^-_{GP}$, $\$^+_R$) bem como os valores unitários dos resíduos não corrigidos (\$) obtidos através da Equação 10 não foram apresentados neste trabalho.

Os fatores de correção δ^+ e δ^- calculados pelas Equações 13 e 14, respectivamente, constituem a unificação da correção pela viabilidade técnica da minimização do resíduo ($K^*\Omega$) com a correção através da hierarquia de prioridades de minimização de resíduos representada pelo IPHMR (ξ). Os valores unitários dos resíduos corrigidos (\$) foram calculados conforme a Equação 15 e os valores de $\$_{total}$ foram calculados através da Equação 16.

Na análise por riscos, para cada resposta “Em potencial” das perguntas estabelecidas no modelo, foram atribuídos os pesos de acordo com a Tabela 5. A resposta “sim” da pergunta 1 classifica o resíduo inicialmente como prioritário, e em relação à periculosidade do resíduo foram atribuídos os valores conforme a Tabela 6. Após análise das respostas e, conseqüentemente, obtenção dos pesos para cada pergunta, foi realizado o somatório (ΣQ_{jk}) e calculado o risco global do resíduo

aplicando a Equação 17. Quanto maior o risco global, mais prioritário se torna o resíduo.

Na análise por facilidade de minimização o custo de minimização é um aspecto importante, pois pode inviabilizar a implementação de uma estratégia de minimização. O modelo estabelece pesos para a variável Custo de Minimização CM_{jk} , conforme Tabela 7, adotando pesos maiores para os custos mais altos (desfavoráveis) e pesos menores para custos mais baixos (favoráveis).

Para o cálculo dos custos de minimização (CM_{jk}), foram designados os seguintes valores:

a) CM_{jk} muito baixo (Peso 1), para opções de minimização que requerem pequenos ajustes de equipamento, treinamento simples aplicado na área, adoção de boas práticas e alteração de procedimentos;

b) CM_{jk} baixo (Peso 2), casos em que se deve exigir mudanças dos fornecedores ou controlar a aceitação do material e pequenas mudanças de equipamento e/ou processo realizadas pela equipe de manutenção da empresa;

c) CM_{jk} alto (Peso 3), para opções de minimização que requerem mudanças de fornecedores com acréscimo no valor do material, treinamento especializado fora da empresa ou com a contratação de terceiros, aquisição de equipamento e/ou materiais que não ultrapassem o valor de R\$ 20.000,00 (vinte mil reais);

d) CM_{jk} muito alto (Peso 4), para casos que exigem modificações ou aquisição de equipamentos de valores mais expressivos ou dispositivos eletrônicos complexos necessitando de estudos e testes aprofundados envolvendo pesquisa e desenvolvimento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

O trabalho foi realizado em uma indústria gráfica de cartões plásticos, de origem francesa, que atende os setores de telecomunicação, corporações bancárias, segurança de redes, estacionamento, setor público, transporte e saúde.

A empresa está representada mundialmente com centros de pesquisa, desenvolvimento e engenharia, plantas de manufatura e mais de 4000 funcionários.

A planta estudada possui aproximadamente 230 funcionários efetivos, sendo que em alta produção este número aumenta em torno de 50% com a contratação de funcionários temporários. Todos os funcionários que executam atividades que afetam a qualidade do produto passam por treinamentos apropriados. Os treinamentos mais recentes englobaram assuntos de saúde, segurança do trabalho e meio ambiente, devido ao processo de certificação do Sistema de Gestão Integrado (SGI).

Com o intuito de adquirir maior comprometimento dos funcionários em relação ao projeto de minimização de resíduos, foram realizados treinamentos para todos os funcionários da empresa sobre as etapas do trabalho, as técnicas de minimização e opções de gerenciamento de resíduos.

A empresa também oferece a oportunidade para os funcionários para realizarem treinamentos em outras áreas de interesse pessoal, como, matemática, informática, finanças, entre outros.

Durante o período de desenvolvimento desta pesquisa, a planta estudada recebeu a recomendação para certificação do Sistema de Gestão Integrado, que contempla os Sistemas da Gestão de Qualidade (ABNT,2000), Gestão Ambiental (ABNT, 2004) e Gestão da Saúde e Segurança do Trabalho (OHSAS, 1999).

Tendo em vista o processo de certificação, a empresa implantou um programa de gerenciamento de resíduos e o sistema de coleta seletiva durante o período de pesquisa. A coleta seletiva foi divulgada através de treinamentos para todos os funcionários, avisos em murais e jornais internos.

A alta direção está interessada na imagem da empresa perante clientes, fornecedores e funcionários e por isso, investe na melhoria contínua da qualidade

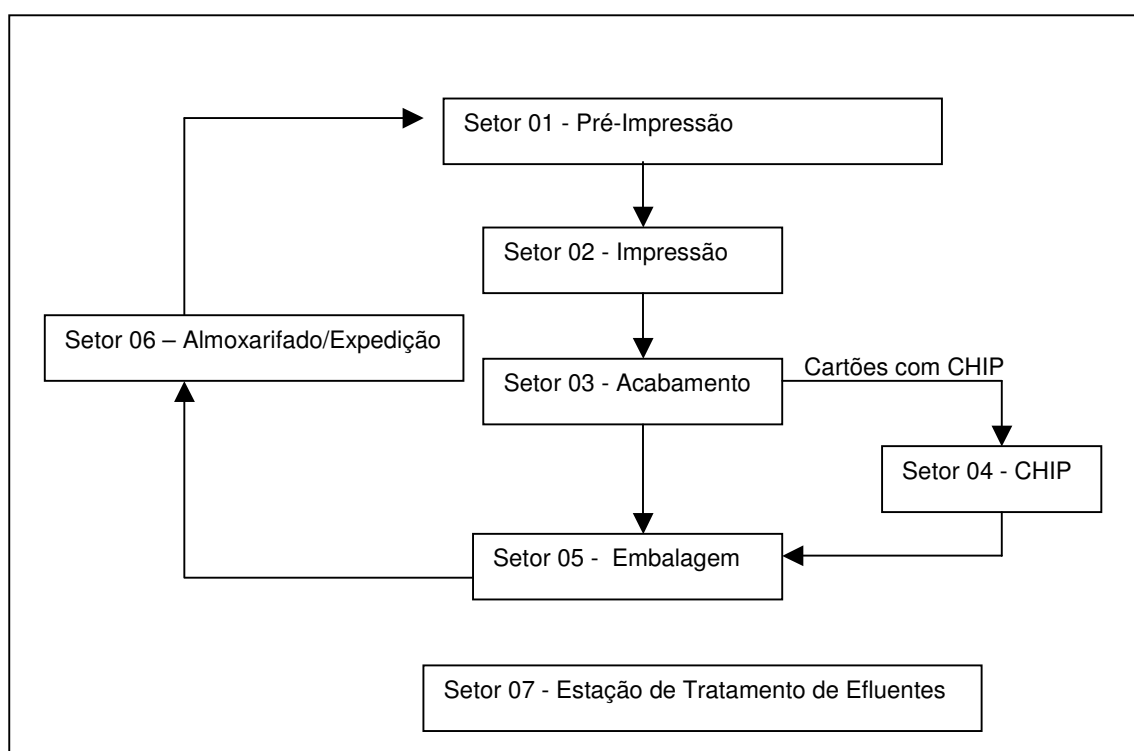
dos produtos e serviços, protegendo o meio ambiente, a saúde e segurança dos funcionários.

Por tratar-se de uma empresa que produz cartões plásticos, o sistema de segurança é fundamental para manter a credibilidade do negócio. Todo acesso dos funcionários nas dependências da empresa é controlado e não é permitido aparelhos eletrônicos, máquinas fotográficas ou equipamentos similares nas áreas produtivas.

4.1.1 Fluxograma Geral dos Setores Estudados

A Figura 7 apresenta o fluxograma dos setores estudados de acordo com a chegada da matéria-prima e o processo produtivo do produto.

FIGURA 7 – FLUXOGRAMA DOS SETORES ESTUDADOS



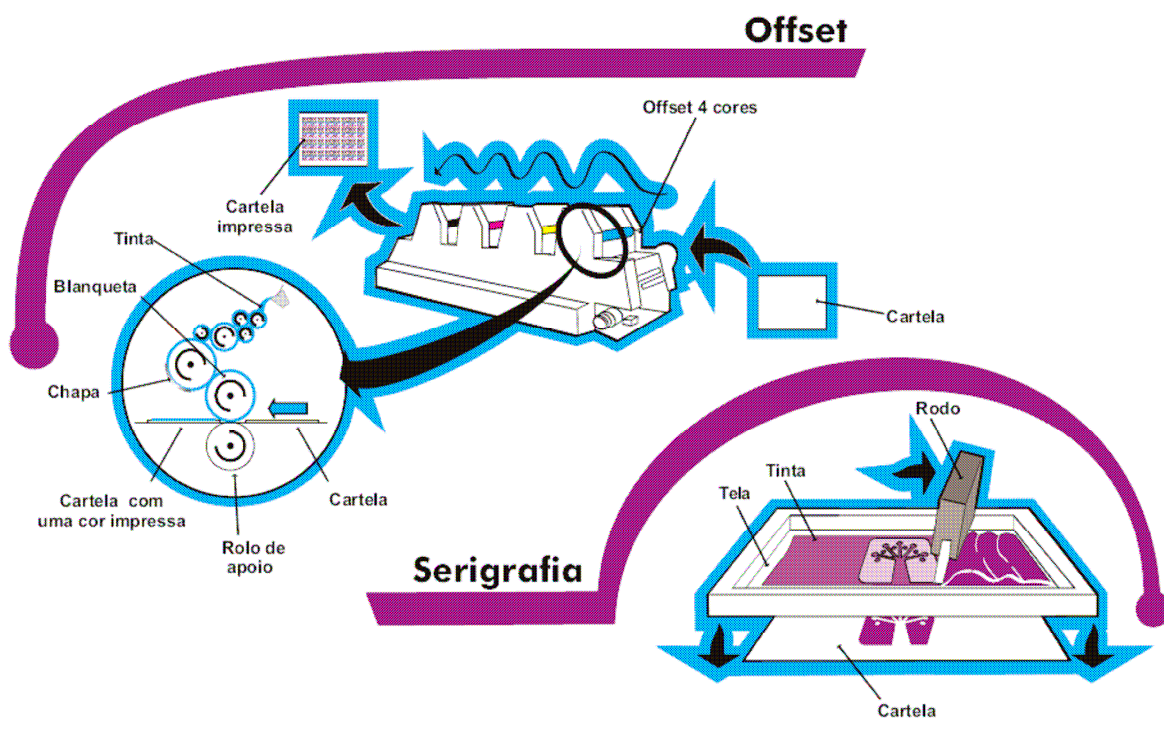
4.1.2 Descrição dos Processos Produtivos

No Setor 01 – Pré-Impressão faz-se a confecção do *layout* do cartão e a transferência da imagem do original para o portador de imagem. Em seguida, no

Setor 02- Impressão, realiza-se a impressão dos cartões e a laminação nas cartelas de PVC.

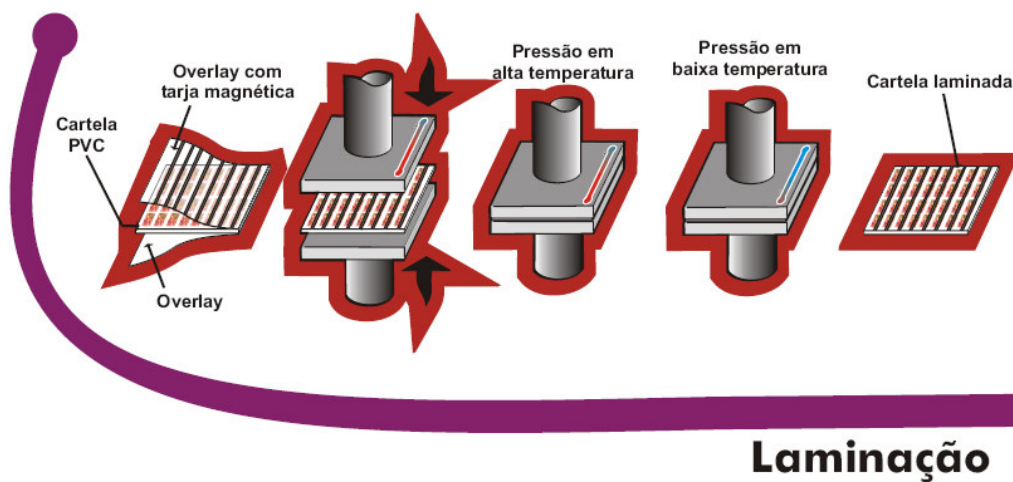
Os equipamentos de impressão recebem as cartelas de PVC em branco e realizam a impressão do *layout* do cartão transformando cartelas de PVC em branco em cartelas de PVC impressas. A Figura 8 apresenta o processo produtivo da impressão de cartões das duas tecnologias existentes na empresa estudada, impressão *off-set* e serigrafia.

FIGURA 8 – PROCESSO PRODUTIVO DE IMPRESSÃO



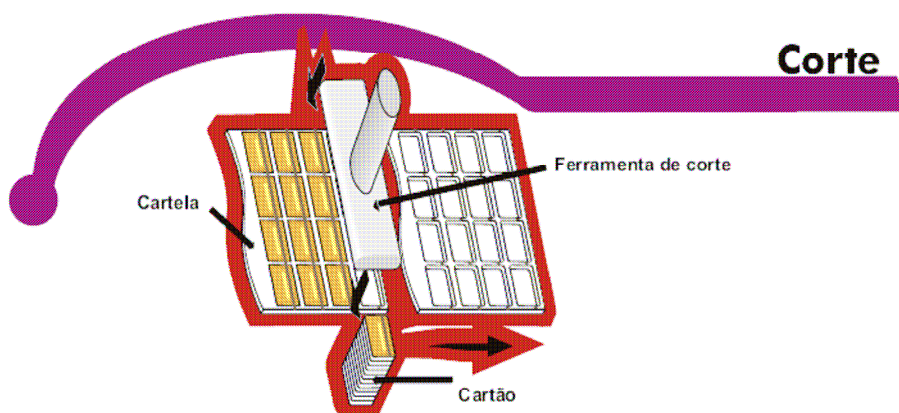
Após a impressão, as cartelas seguem para um equipamento que realiza a laminação, ou seja, aplicação de um filme plástico conhecido como *overlay* necessário para proteger a qualidade da impressão no cartão e para os cartões bancários já contém a tarja magnética. A Figura 9 mostra o processo de laminação nas cartelas impressas.

FIGURA 9 – PROCESSO DE LAMINAÇÃO



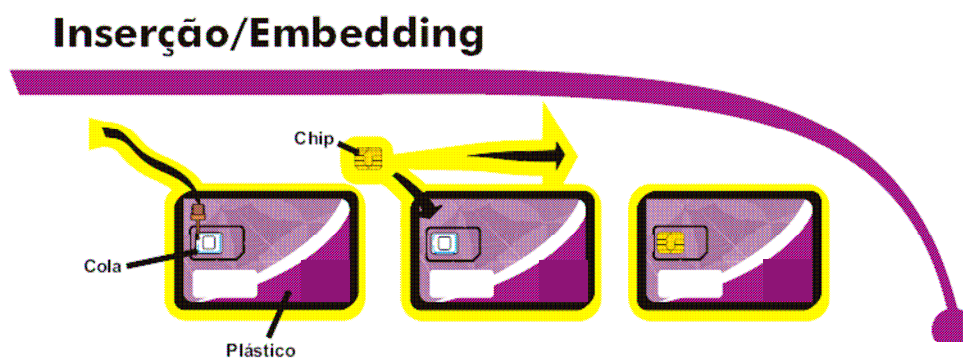
No Setor 03 – Acabamento as cartelas laminadas são cortadas em cartões e no Setor 04 – *CHIP* são inseridos o *CHIP* nos cartões. A Figura 10 apresenta o processo de corte das cartelas.

FIGURA 10 – PROCESSO DE CORTE DAS CARTELAS



A Figura 11 apresenta o processo de inserção do *chip* nos cartões realizados no Setor 04 – *CHIP*.

FIGURA 11 – PROCESSO DE INSERÇÃO DO *CHIP*



4.2 IDENTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS

A seguir será apresentada as descrições dos processos por setor, os resíduos identificados nas fontes geradoras e as descrições dos resíduos levantados.






4.2.1 Descrição do Processo: Setor 01 – Pré-impressão

Neste setor é elaborado o *layout* do cartão através de *softwares* e, em seguida, a impressão da amostra padrão. Após a aprovação da arte gráfica do cartão, o fotolito é impresso. O fotolito é o material necessário para gravação da arte gráfica nas chapas de alumínio ou telas de serigrafia usadas na impressão. Em seguida, é realizado o processo de geração de chapas de alumínio ou de telas de serigrafia através da revelação dos fotolitos nestes materiais.

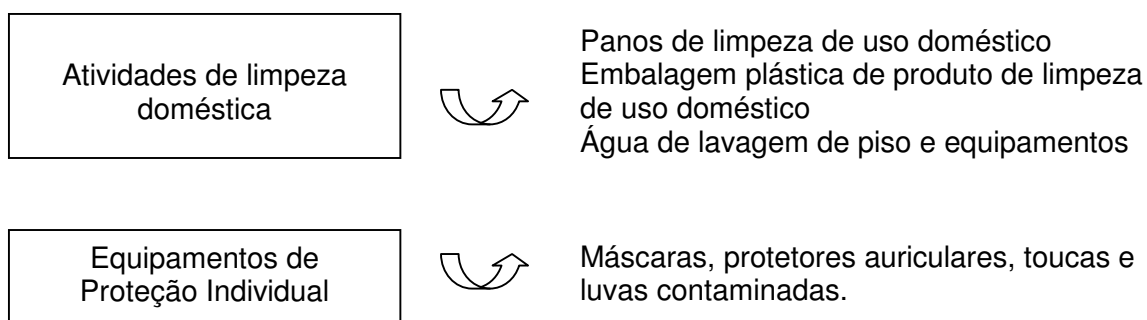
A área de pré-impressão também é responsável pela formulação das tintas utilizadas na impressão dos cartões. O processo de preparação das tintas é realizado através da mistura das cores de referência em um recipiente plástico até a obtenção da cor desejada.

4.2.1.1 Fontes geradoras de resíduos do Setor 01 - Pré-Impressão

A seguir são apresentadas as fontes geradoras e os resíduos identificados no Setor 01 – Pré-Impressão.

Geração do Layout do cartão		Papel comum Cartucho de Impressora Cartões de Amostra e Escalas Gráficas
Impressão dos Fitolitos		Embalagem plástica do Filme Embalagem de papelão do Filme Efluente líquido da impressão do fitolito Fitolitos Embalagem plástica de Fixador e Revelador Filtro do Revelador Filtro de Água
Geração de Chapas		Efluente líquido da revelação da matriz p/ off-set Chapas de alumínio Embalagem das chapas Furos de alumínio Filtro do Revelador Filtro de Água Embalagem plástica de produtos químicos ⁷
Geração de Telas		Embalagem das telas Efluente líquido da revelação da gravação de telas para serigrafia Efluente líquido da lavagem de telas Tecido das telas de serigrafia
Formulação de tintas		Recipiente plástico de tinta Recipiente metálico de tinta Descarte de tinta Estopas contaminadas Amostra de PVC com tinta Amostra de papel com tinta Espátulas

NOTA: ⁷ Considerado tanto para geração de chapas quanto para geração de telas



4.2.1.2. Descrição dos resíduos: Setor 01 – Pré-Impressão

A seguir apresenta-se a descrição dos resíduos identificados no Setor 01 – Pré-Impressão.

- Papel comum: material gerado através da impressão da arte do cartão, e-mails e documentos, onde os materiais obsoletos ou alterados são triturados e descartados;
- Cartucho de impressora: utilizados para impressão da arte do cartão, e-mails e documentos;
- Cartões de amostras e escalas gráficas: são cartões de amostras e escalas gráficas de PVC, que não são utilizadas na produção por estarem obsoletas ou não estão de acordo com a solicitação do cliente;
- Embalagem plástica e de papelão do filme: este resíduo é gerado ao desembalar o fotolito;
- Efluente líquido da impressão de fotolitos: trata-se do descarte de revelador, fixador e água de lavagem do equipamento que realiza a impressão dos fotolitos;
- Fotolitos: trata-se do descarte de fotolitos errados ou obsoletos e que não serão utilizados na impressão de cartões;
- Embalagem plástica de fixador e revelador: refere-se ao descarte das embalagens plásticas de fixador e revelador utilizados na impressão de fotolitos;
- Filtro do revelador e de água: material descartado quando realizado a manutenção preventiva do equipamento;

- Efluente líquido da revelação de matriz para off-set: trata-se do descarte de revelador referente à revelação de chapas para off-set e da água para lavagem deste equipamento;
- Chapas de alumínio: são as chapas (matrizes) que não podem ser reutilizadas na impressão;
- Embalagem das chapas: são caixas de papelão e papel seda que protegem as chapas de alumínio;
- Furos de alumínio: trata-se do descarte de furos de alumínio, pois se efetua a perfuração das chapas para encaixe nos equipamentos;
- Embalagem plástica de produtos químicos: trata-se de embalagens plásticas de emulsões, limpantes, revelador e protetor de forno utilizados para emulsão, revelação de chapas e telas, limpeza e proteção de equipamentos e peças;
- Embalagem das telas: são as embalagens de papelão das telas. Este material é descartado quando as telas são recepcionadas na área, por terem sido esticadas ou na compra de novas telas;
- Efluente líquido da revelação da gravação de telas para serigrafia: trata-se do descarte de revelador referente à gravação de telas para serigrafia e de água para lavagem deste equipamento;
- Efluente líquido da lavagem de telas: as telas são lavadas em local apropriado com sistema de água pressurizada para serem reutilizadas no processo;
- Tecido das telas de serigrafia: refere-se ao descarte do tecido de nylon das telas de serigrafia que não podem ser reutilizados (ou esticados) pois foram rasgados ou inutilizados;
- Recipiente plástico de tinta: trata-se do descarte de baldes plásticos com resíduo de tinta. O colaborador responsável de preparação da tinta faz a mistura das cores conforme a especificação da tinta e em seguida realiza os testes em amostra de papel A4 ou em amostra de PVC. Após a aprovação da tinta, a nova embalagem é identificada com informação do código, lote, cor, data de formulação e prazo de validade. Algumas embalagens vazias são reaproveitadas na área para formulação de novas cores e outras são descartadas;
- Recipiente metálico de tinta: são baldes metálicos com resíduo de tinta;

- Descarte de tinta: refere-se ao descarte de tinta não aprovada pelo controle de qualidade, não conforme a especificação de cor, tintas vencidas ou sobras que não serão utilizadas em outra produção;
- Estopas contaminadas: são estopas contaminadas com tintas e solventes, utilizadas na limpeza de potes e mármore;
- Amostras de PVC e papel com tinta: são amostras contaminadas com tinta utilizadas para a realização de teste de nova cor;
- Espátulas: trata-se do descarte de espátulas de metal e plástico contaminadas com tinta;
- Panos de limpeza de uso doméstico: utilizados para fazer a limpeza da área;
- Embalagem plástica de produto de limpeza de uso doméstico: utilizados para realização da limpeza doméstica da área;
- Água de lavagem de piso e equipamentos: a limpeza dos equipamentos é feita com pano úmido e a do piso com a utilização de balde (capacidade de 5 litros) com água e produtos de limpeza domésticos;
- Máscaras, protetores auriculares, toucas e luvas contaminadas: são os equipamentos de proteção individual utilizados na área.








4.2.2 Descrição do Processo: Setor 02 - Impressão

Esta área é responsável pela impressão da arte gráfica dos cartões em cartelas de PVC em branco. São utilizadas duas tecnologias distintas no processo de impressão, através de máquinas *off-set* ou serigrafia, dependendo da característica do cartão a ser produzido. As máquinas *off-set* utilizam como formas ou portadores de imagem, as chapas de alumínio, enquanto as máquinas de serigrafia utilizam as telas de serigrafia.

Após a impressão, as cartelas seguem para a laminação onde são prensadas sob tempo, temperatura e pressão controladas e os cartões bancários recebem a tarja magnética.

4.2.2.1 Fontes geradoras de resíduos do Setor 02 – Impressão

A seguir são apresentadas as fontes geradoras e os resíduos identificados no Setor 02 – Impressão.

Off-set		Malas de Impressão Blanqueta Rolos de Impressão Calço Lâmina de PVC Bordas das chapas Efluente líquido da lavagem das geladeiras Pano contaminado com óleo Pó Esponja Litográfica Água de lavagem dos equipamentos
Serigrafia		Fitas Rodo de Impressão
Off-set e Serigrafia		Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs) Panos de limpeza contaminado Rejeitos de produção Recipientes plásticos de produtos químicos Recipiente metálico de solventes e restaurador
Laminação		Embalagem de <i>Overlay</i> <i>Overlays</i> Rejeitos de Produção da laminação
Atividades de limpeza doméstica		Embalagem plástica de produto de limpeza de uso doméstico Água de lavagem de piso
Equipamentos de Proteção Individual		Máscaras, toucas e luvas contaminadas.
Outros descartes		Papel comum

4.2.2.2. Descrição dos resíduos: Setor 02 – Impressão

A seguir apresenta-se a descrição dos resíduos identificados no Setor 02 – Impressão.

- Malas de impressão: são cartelas de PVC utilizadas para o set-up das máquinas e ajustes antes da impressão dos cartões. Estas malas de impressão são reutilizadas várias vezes e o descarte é feito quando a sua reutilização não é possível;
- Blanqueta: trata-se do cilindro intermediário de borracha da máquina *off-set* onde contém a imagem entintada a ser gravada nas cartelas de PVC;
- Calço: material feito de papel cartão usado para nivelar as blanquetas da *off-set*, é usado entre a blanqueta e os rolos de impressão. A troca é feita quando altera alguma cor no processo de impressão;
- Lâmina de PVC: utiliza-se lâmina de PVC para que a tinta não entre em contato com o metal. Sempre quando ocorre troca de tinta, descarta-se a lâmina;
- Bordas das chapas: é gerado pois as chapas possuem tamanho padrão e para um tipo de máquina de impressão é necessário cortá-las;
- Efluente líquido da lavagem das geladeiras: refere-se a mistura de água e álcool contida nas geladeiras das *off-set* com a função de realizar a limpeza das rolarias. Quando esta mistura apresenta alto grau de resíduo de tinta, o efluente é descartado;
- Pano contaminado com óleo: trata-se de vazamento de óleo de uma máquina de impressão *off-set* contido com panos de limpeza;
- Pó: é o pó do ambiente aspirado pelo sistema de aspiração da máquina *off-set*, para que esta poeira não afete na qualidade da impressão;
- Esponja Litográfica: utilizada na limpeza das chapas pois os panos de limpeza não são adequados;
- Água de lavagem dos equipamentos: trata-se da água de lavagem utilizada para umedecer a chapa e lavar a esponja. A lavagem é feita com a utilização de baldes com água;

- Fitas: são fitas adesivas de plásticos e papel utilizadas para proteger e travar as telas de serigrafia. As fitas adesivas de papel são utilizadas nas laterais das telas de serigrafia e as fitas adesivas de plásticos são usadas para travar a tela e evitar que se movam durante o processo de impressão;
- Rodo de impressão: utilizado na serigrafia para auxiliar na impressão;
- Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs): são as emissões da evaporação de solventes e tintas;
- Panos de limpeza contaminado: panos de limpeza utilizado na limpeza de equipamentos e peças;
- Rejeitos de produção: são materiais que foram rejeitados pelo controle de qualidade por não estarem conforme os padrões especificados;
- Recipientes plásticos de produtos químicos: embalagens plásticas de solventes e álcool utilizados na *off-set* e serigrafia;
- Recipiente metálico de solventes e restaurador: baldes metálicos de solvente e restaurador;
- Embalagens de Overlay: embalagens plásticas dos *Overlays* (plásticos com a função de proteger e preservar a tinta da impressão dos cartões e em alguns casos contém a tarja magnética);
- Overlays: material danificado na laminação;
- Rejeitos de produção da laminação: são materiais que foram danificados no processo de laminação e rejeitados pelo controle de qualidade por não estarem conforme os padrões especificados;
- Embalagem plástica de produto de limpeza de uso doméstico: utilizados para realização da limpeza doméstica da área;
- Água de lavagem de piso: a limpeza dos equipamentos é feita com pano úmido e a do piso com a utilização de balde (capacidade de 5 litros) com água e produtos de limpeza domésticos;
- Máscaras, toucas e luvas contaminadas: são os equipamentos de proteção individual utilizados na área;
- Papel comum: trata-se da impressão de documentos e papéis de identificação dos carrinhos em papéis comum, onde os materiais obsoletos ou alterados são triturados e descartados;

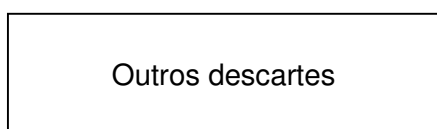
4.2.3 Descrição do Processo: Setor 03 – Acabamento

As cartelas laminadas seguem para o setor de acabamento e são cortadas em formato de cartões. Em seguida, para os cartões que irão receber o módulo (*CHIP*), é realizada a fresagem de uma cavidade e o “pre-cut” (corte superficial para que o cliente possa destacar). Após este processo, os cartões são inspecionados e selecionados por colaboradoras, onde são separados os cartões com algum desvio de qualidade. Os cartões bancários seguem para a aplicação do holograma e painel de assinatura. No final do processo, os lotes são lacrados através de uma Seladora para manter a segurança do produto.

4.2.3.1 Fontes geradoras de resíduos do Setor 03 - Acabamento

A seguir são apresentadas as fontes geradoras e os resíduos identificados no Setor 03 – Acabamento.

Corte e realização da cavidade		Carcaça de PVC Fuligem de PVC Gabarito plástico Rejeitos de produção
Aplicação do Holograma e painel de assinatura		Rolo de painel de assinatura Rolo de Holograma Teflon
Seladora		Papel filme de embalagem
Atividades de limpeza doméstica		Embalagem plástica de produto de limpeza de uso doméstico Água de lavagem de piso e equipamentos Panos de limpeza de uso doméstico
Equipamentos de Proteção Individual		Protetores auriculares, toucas e luvas usadas.



Caixas de papelão
Papel comum
Etiquetas de identificação e liner

4.2.3.2. Descrição dos resíduos: Setor 03 - Acabamento

A seguir apresenta-se a descrição dos resíduos identificados no Setor 03 – Acabamento.

- Carcaça de PVC: refere-se às carcaças das cartelas de PVC geradas quando os cartões são cortados.
- Fuligem de PVC: trata-se de resíduos de PVC dos equipamentos que realizam a fresagem de cavidades e o pré-corte dos cartões.
- Gabarito Plástico: mesmo filme plástico utilizado no Setor 01 – Pré-Impressão, com a finalidade de verificar as dimensões dos cartões. O descarte é feito quando este material é amassado ou desgastado com o uso.
- Rejeitos de produção: são materiais que foram rejeitados pela seleção ou durante o processo de acabamento.
- Rolo de painel de assinatura e Rolo de Holograma: após a aplicação do painel de assinatura e/ou Holograma nos cartões, o rolo é descartado.
- Teflon: este material serve para apoio da base de equipamentos da área.
- Papel filme de embalagem: trata-se de sobras de papel filme utilizado pela seladora para embalar as caixas de papelão com os cartões.
- Embalagem plástica de produto de limpeza de uso doméstico: utilizados para realização da limpeza doméstica da área;
- Água de lavagem de piso e equipamentos: a limpeza dos equipamentos é feita com pano úmido e a do piso com a utilização de balde (capacidade de 5 litros) com água e produtos de limpeza domésticos;
- Panos de limpeza de uso doméstico: trata-se do descarte de panos de limpeza utilizados na limpeza de equipamentos e mesas;
- Protetores auriculares, toucas e luvas usadas: são os equipamentos de proteção individual utilizados na área;





- Caixas de papelão: são caixas de papelão defeituosas ou muito usadas que não podem ser reutilizadas. As caixas de papelão são usadas para armazenar os cartões já cortados e que serão manuseados durante o processo até a embalagem das unidades e envio ao cliente;
- Papel comum: trata-se de documentos de controle de produção, onde os materiais obsoletos ou alterados são triturados e descartados;
- Etiquetas de identificação e liner: descarte de etiquetas obsoletas contidas nas caixas que são reutilizadas na área e *liner* gerado com a produção de novas etiquetas.

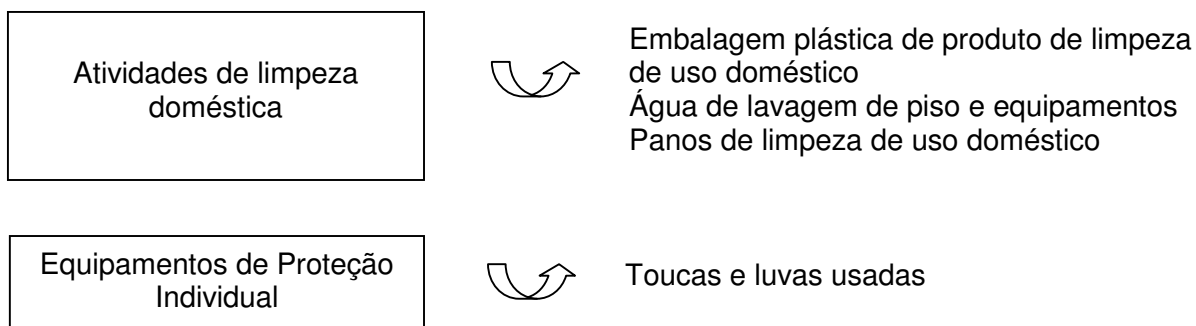
4.2.4 Descrição do Processo: Setor 04 - *CHIP*

Os cartões que irão receber módulo seguem para a área de *CHIP* (cartões portadores de *chip* com memória). Os módulos são recebidos em rolos e primeiramente são cortados. Em seguida ocorre a colagem dos módulos nos cartões e aplicação do painel raspável (*scratch*).

4.2.4.1 Fontes geradoras de resíduos do Setor 04 - *CHIP*

A seguir são apresentadas as fontes geradoras e os resíduos identificados no Setor 04 – *CHIP*.

Corte de Módulo		<i>Lead Frame</i> (esqueleto de módulo) Rolo plástico de módulo Fita branca de plástico do rolo de módulo
Colagem e inserção dos Módulos		Cola Embalagem de cola Recipiente metálico de solvente Rejeitos de Produção Panos de Limpeza contaminado
Aplicação de <i>Scratch</i>		Teflon Rolo de fita <i>scratch</i>
Outros descartes		<i>Liner</i> de Etiquetas Bobinas de papelão de fita adesiva Papel filme de embalagem



4.2.4.2. Descrição dos resíduos: Setor 04 – *CHIP*

A seguir apresenta-se a descrição dos resíduos identificados no Setor 04 – *CHIP*.

- Lead Frame (esqueleto de módulo): gerado quando se corta o módulo (*chip*) e retira do rolo;
- Rolo plástico de módulo: suporte plástico do rolo de módulo descartado quando se finaliza um lote de módulo;
- Fita branca de plástico do rolo de módulo: material contido no início e no final do rolo do módulo, necessário para o manuseio adequado do rolo;
- Cola: utilizada para colar o módulo no cartão. Ocorre o descarte deste material quando o prazo de validade é atingido;
- Embalagem de cola: descarte da embalagem plástica de cola;
- Recipiente metálico de solvente: baldes metálicos de solvente usado para limpeza;
- Rejeitos de produção: materiais que foram rejeitados por não estarem conforme os padrões especificados;
- Panos de limpeza contaminado: descarte de panos de limpeza utilizado na limpeza de equipamentos;
- Teflon: este material serve para apoio da base de equipamentos da área;
- Rolo de fita scratch: rolo de fita *scratch* utilizada para inserir o painel raspável no cartão;
- Liner das etiquetas: *liner* usados na impressão de etiquetas para identificação das caixas;

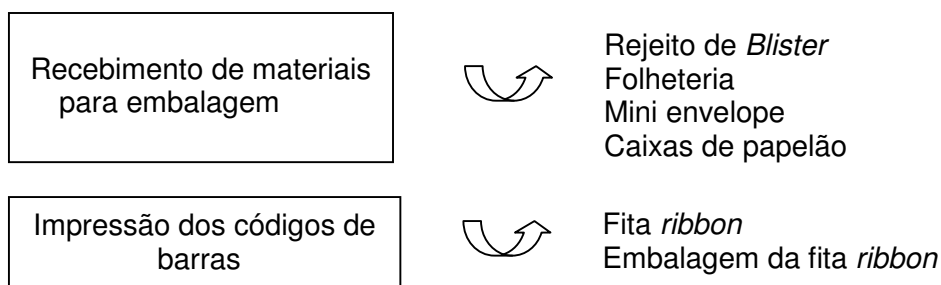
- Bobinas de papelão: bobina de papelão de fita adesiva utilizadas para identificação de rejeitos de produção;
- Papel filme de embalagem: a área recebe os cartões em caixas de papelão lacrados com papel filme. Os funcionários desembalam as caixas de papelão e descartam o papel filme para iniciar a produção do lote;
- Embalagem plástica de produto de limpeza de uso doméstico: utilizados para realização da limpeza doméstica da área;
- Água de lavagem de piso e equipamentos: a limpeza dos equipamentos é feita com pano úmido e a do piso com a utilização de balde (capacidade de 5 litros) com água e produtos de limpeza domésticos;
- Toucas e luvas usadas: são os equipamentos de proteção individual utilizados na área.




4.2.5 Descrição do Processo: Setor 05 - Embalagem

Neste setor os cartões são envelopados conforme solicitação de cada cliente. No início do processo são recebidos os materiais como folheteria, manual e outros materiais de embalagem. Após a inspeção, ocorre a impressão do código de barra em etiquetas para identificação dos lotes e em seguida o envelopamento manual dos produtos. Para alguns clientes, é necessário lacrar a embalagem plástica através de uma Seladora.

4.2.5.1 Fontes geradoras de resíduos do Setor 05 - Embalagem

A seguir são apresentadas as fontes geradoras e os resíduos identificados no Setor 05 – Embalagem.



Embalagem dos cartões		Etiquetas de identificação e liner Bobina de papelão Manual
Seladora		<i>Fenolite</i>
Atividades de limpeza doméstica		Embalagem plástica de produto de limpeza de uso doméstico Água de lavagem de piso e equipamentos Panos de limpeza de uso doméstico

4.2.5.2. Descrição dos resíduos: Setor 05 - Embalagem

A seguir apresenta-se a descrição dos resíduos identificados no Setor 05 – Embalagem.

- Rejeito de *Blister*/ Folheteria/ Mini- envelope: o *Blister* é a embalagem plástica na qual os cartões são anexados para serem enviados para os clientes. Folheteria é a folha de papel com a identificação do produto sobre a qual são anexados os *Blister* juntamente com o cartão, o mini-envelope e os envelopes plásticos. Quando é detectada grande quantidade de rejeitos em um lote, os materiais são devolvidos ao fornecedor. São descartadas na área algumas unidades que apresentam defeitos de fabricação ou por estarem amassados, rasgados ou fora do tamanho padrão;

- Caixas de papelão: caixas de diversos tamanhos com defeito ou que não serão reutilizadas em outra área e também não serão enviadas para clientes;

- Fita *ribbon*: material que contém os códigos de barras impressos em etiquetas para identificação das caixas. Após a impressão das etiquetas, são descartados resíduos da fita *ribbon* sem os códigos de barras;

- Embalagem da fita *ribbon*: embalagem prateada da fita *ribbon*;

- Etiquetas de identificação e *liner*: trata-se do descarte de etiquetas obsoletas contidas nas caixas que são reutilizadas na área e *liner* gerado com a produção de novas etiquetas;

- Bobinas de papelão: bobina de papelão das etiquetas utilizadas para identificação das caixas;

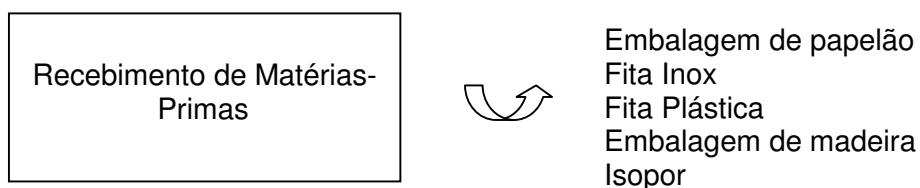
- Manual: anexado com o cartão para informação do cliente sobre o produto. Os manuais podem ser descartados quando são danificados durante o processo de embalagem;
- Fenolite: isolante térmico usado para proteção da seladora (solda os blisters). O descarte é feito sempre que ocorre o desgaste do material;
- Embalagem plástica de produto de limpeza de uso doméstico: utilizados para realização da limpeza doméstica da área;
- Água de lavagem de piso e equipamentos: a limpeza dos equipamentos é feita com pano úmido e a do piso com a utilização de balde (capacidade de 5 litros) com água e produtos de limpeza domésticos;
- Panos de limpeza para uso doméstico: trata-se do descarte de panos de limpeza utilizados na limpeza de equipamentos;
- Toucas e luvas usadas: são os equipamentos de proteção individual utilizados na área.

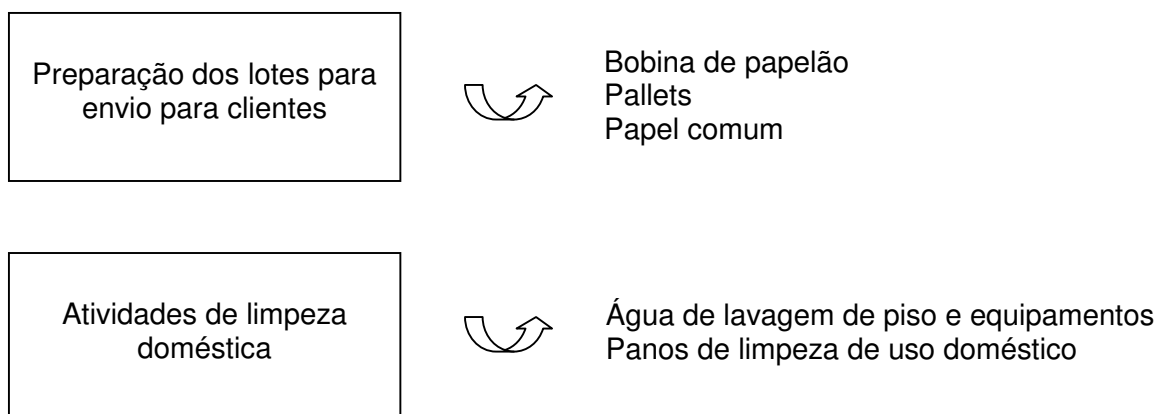
4.2.6 Descrição do Processo: Setor 06 – Almoxarifado e Expedição

O Almoxarifado é o local onde o recebimento e a inspeção da qualidade das matérias-primas são realizadas. Após a aprovação, os materiais são distribuídos para as áreas. Na Expedição, os lotes são finalizados e enviados para o cliente.

4.2.6.1 Fontes geradoras de resíduos do Setor 06 - Almoxarifado e Expedição

A seguir são apresentadas as fontes geradoras e os resíduos identificados no Setor 06 – Almoxarifado e Expedição.





4.2.6.2. Descrição dos resíduos: Setor 06 – Almoxarifado e Expedição

A seguir apresenta-se a descrição dos resíduos identificados no Setor 06 – Almoxarifado e Expedição.

- Embalagem de papelão: embalagens de papelão das matérias-primas recebidas;
- Fita Inox e Plástica: fitas de proteção dos lotes de matérias-primas;
- Embalagem de madeira: embalagem de *Overlays*;
- Isopor: são encontrados nas embalagens de matérias-primas;
- Bobina de papelão: trata-se do descarte de tubetes de papelão do filme stretch utilizado para embalar os pallets com os produtos que são enviados para os clientes;
- Pallets: *pallets* que não podem ser consertados e reutilizados;
- Papel comum: trata-se do descarte de documentos obsoletos ou alterados;
- Água de lavagem de piso e equipamentos: a limpeza dos equipamentos é feita com pano úmido e a do piso com a utilização de balde (capacidade de 5 litros) com água e produtos de limpeza domésticos;
- Panos de limpeza de uso doméstico: utilizados para fazer a limpeza da área com produtos de limpeza doméstica.

4.2.7 Descrição do Processo: Setor 07 – Estação de Tratamento de Efluentes (ETE)

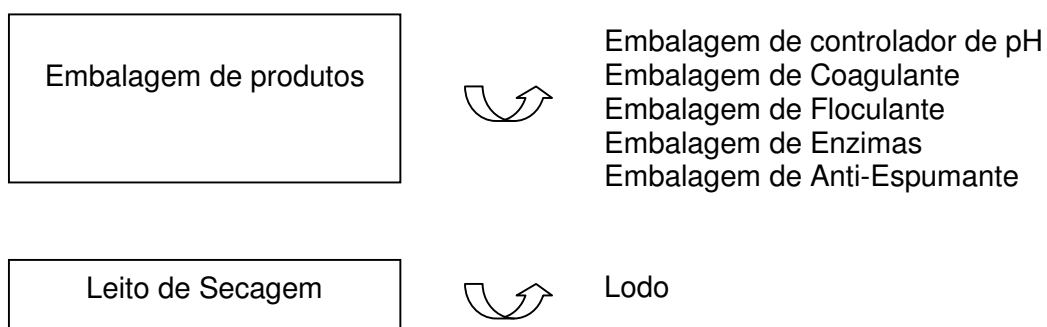
O tratamento dos efluentes da empresa é realizado por processo de lodos ativados por aeração prolongada. No início da ETE, o efluente passa por um

medidor de vazão e posteriormente por um gradeamento para retenção dos sólidos grosseiros. Estes sólidos são despejados no leito de secagem juntamente com o lodo. Em seguida, o efluente segue para o tanque de equalização e em seguida para o tanque de aeração, onde ocorre a adição dos insumos necessários para o tratamento biológico. Após o tempo necessário para degradação dos poluentes, o efluente segue para o decantador para separar o lodo formado do efluente líquido. O excesso de lodo biológico é transferido para o leito de secagem.

A operação da estação de tratamento de efluentes teve início em setembro de 2005, e no mês seguinte houve interrupção para manutenção elétrica e hidráulica. Em janeiro de 2006 a estação entrou em operação novamente, na qual está atualmente em fase de adaptação. Com isso, o lodo em excesso formado é irrisório, ainda não sendo efetuado a disposição final deste material. Contudo, quando atingir uma quantidade significativa, a empresa realizará análises para caracterização do lodo e transportará para SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná para providenciar o destino final, que será a compostagem.

4.2.7.1 Fontes geradoras de resíduos do Setor 07 – Estação de Tratamento de Efluentes

A seguir são apresentadas as fontes geradoras e os resíduos identificados no Setor 07 – Estação de Tratamento de Efluentes.



4.2.7.2. Descrição dos resíduos: Setor 07 – Estação de Tratamento de Efluentes

A seguir apresenta-se a descrição dos resíduos identificados no Setor 07 – Estação de Tratamento de Efluentes.

- Embalagens de Controlador de pH, Coagulante, Foculante e Anti-Espumante: estas embalagens são retornáveis para o fabricante e são de responsabilidade da empresa terceirizada que realiza a manutenção da ETE;
- Embalagem de Enzimas: são embalagens dos microorganismos necessários para a degradação da matéria orgânica;
- Lodo: excesso de lodo do tratamento biológico.

4.3 QUANTIFICAÇÃO E CODIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS

Após a identificação, os resíduos foram quantificados. Devido o trabalho ter sido realizado em meses de baixa produção, muitos resíduos foram quantificados através de registros e controles da empresa. Os resíduos que foram gerados significativamente durante o período da pesquisa, foram quantificados através de medições na fonte geradora com pesagem das quantidades geradas.

A quantidade de lodo descartado na ETE foi calculada teoricamente (Anexo 01), pois não houve descarte do material devido ao processo de adaptação da estação e os Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs) foram medidos através de análise quantitativa realizada por uma empresa terceirizada. Para análise do parâmetro de substâncias gasosas orgânicas (VOCs), foi adotado o método analítico de avaliação com a utilização do equipamento analisador de hidrocarbonetos *Sick Maihak* FID 3006, tendo como princípio de medição a ionização de chama (FID) com faixa de medição de 0 a 100.000 ppm (0 a 10% vol.), com precisão e resolução de 1 ppm.

Os resíduos foram codificados para adequar a informação para utilização do modelo matemático de priorização proposto por CERCAL (2000). As letras indicam o setor onde o resíduo é produzido e os algarismos indicam a seqüência numérica. A identificação dos setores foi considerada conforme apresentado abaixo:

CP : Setor 01 – Pré – Impressão

I : Setor 02 – Impressão

ACB : Setor 03 – Acabamento

CHP : Setor 04 – *CHIP*

EMB : Setor 05 – Embalagem

ALM : Setor 06 – Almoxarifado/Expedição

ETE : Setor 07 – Estação de Tratamento de Efluentes

A Tabela 8 relaciona o resíduo ao seu respectivo código, setor onde é gerado e a fonte geradora.

TABELA 8 – CODIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS

continua			
Código	Setor	Resíduo	Fonte Geradora
CP01	Pré –Impressão	Papel comum	Geração do Layout
CP02	Pré –Impressão	Cartucho de impressora	Geração do Layout
CP03	Pré –Impressão	Cartões de amostras e escalas gráficas	Geração do Layout
CP04	Pré –Impressão	Embalagem plástica do filme	Impressão dos Fotolitos
CP05	Pré –Impressão	Embalagem de papelão do filme	Impressão dos Fotolitos
CP06	Pré –Impressão	Efluente líquido da impressão de fotolitos	Impressão dos Fotolitos
CP07	Pré –Impressão	Fotolitos	Impressão dos Fotolitos
CP08	Pré –Impressão	Embalagem plástica de fixador e revelador	Impressão dos Fotolitos
CP09	Pré –Impressão	Filtro do revelador	Impressão dos Fotolitos
CP10	Pré –Impressão	Filtro de água	Impressão dos Fotolitos
CP11	Pré –Impressão	Efluente líquido da revelação de matriz para <i>off-set</i>	Geração de Chapas
CP12	Pré –Impressão	Chapas de alumínio	Geração de Chapas
CP13	Pré –Impressão	Embalagem das chapas	Geração de Chapas
CP14	Pré –Impressão	Furos de alumínio	Geração de Chapas
CP15	Pré –Impressão	Filtro do Revelador	Geração de Chapas
CP16	Pré –Impressão	Filtro de água	Geração de Chapas
CP17	Pré –Impressão	Embalagem plástica de produtos químicos	Geração de Chapas
CP18	Pré –Impressão	Embalagem das telas	Geração de Telas
CP19	Pré –Impressão	Efluente líquido da revelação da gravação de telas p/ serigrafia	Geração de Telas
CP20	Pré –Impressão	Efluente líquido da lavagem de telas	Geração de Telas
CP21	Pré –Impressão	Tecido das telas de serigrafias	Geração de Telas
CP22	Pré –Impressão	Recipiente plástico de tinta	Formulação de tintas

continuação

Código	Setor	Resíduo	Fonte Geradora
CP23	Pré –Impressão	Recipiente metálico de tinta	Formulação de tintas
CP24	Pré –Impressão	Descarte de tinta	Formulação de tintas
CP25	Pré –Impressão	Estopas contaminadas	Formulação de tintas
CP26	Pré –Impressão	Amostra de PVC com tinta	Formulação de tintas
CP27	Pré –Impressão	Amostra de papel com tinta	Formulação de tintas
CP28	Pré –Impressão	Espátulas	Formulação de tintas
CP29	Pré –Impressão	Panos de limpeza de uso doméstico	Atividades de limpeza doméstica
CP30	Pré –Impressão	Embalagem plástica de produtos de limpeza de uso doméstico	Atividades de limpeza doméstica
CP31	Pré –Impressão	Água de lavagem de piso e equipamentos	Atividades de limpeza doméstica
CP32	Pré –Impressão	Máscaras, protetores auriculares, toucas e luvas contaminadas.	Equipamentos de Proteção Individual
I33	Impressão	Malas de impressão	Máquina <i>Off-set</i>
I34	Impressão	Blanqueta	Máquina <i>Off-set</i>
I35	Impressão	Rolos de Impressão	Máquina <i>Off-set</i>
I36	Impressão	Calço	Máquina <i>Off-set</i>
I37	Impressão	Lâmina de PVC	Máquina <i>Off-set</i>
I38	Impressão	Bordas das chapas	Máquina <i>Off-set</i>
I39	Impressão	Efluente líquido da lavagem das geladeiras	Máquina <i>Off-set</i>
I40	Impressão	Pano contaminado com óleo	Máquina <i>Off-set</i>
I41	Impressão	Pó	Máquina <i>Off-set</i>
I42	Impressão	Esponja Litográfica	Máquina <i>Off-set</i>
I43	Impressão	Água de lavagem de piso e equipamentos	Máquina <i>Off-set</i>
I44	Impressão	Fitas	Serigrafia
I45	Impressão	Rodo de impressão	Serigrafia
I46	Impressão	Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs)	Máquina <i>Off-set</i> e Serigrafia
I47	Impressão	Panos de limpeza contaminado	Máquina <i>Off-set</i> e Serigrafia
I48	Impressão	Rejeitos de produção - Cartelas	Máquina <i>Off-set</i> e Serigrafia

continuação

Código	Setor	Resíduo	Fonte Geradora
I49	Impressão	Recipientes plásticos de produtos químicos	Máquina <i>Off-set</i> e Serigrafia
I50	Impressão	Recipiente metálico de solventes e restaurador	Máquina <i>Off-set</i> e Serigrafia
I51	Impressão	Embalagens de Overlay	Laminação
I52	Impressão	<i>Overlays</i>	Laminação
I53	Impressão	Rejeitos de produção na laminação	Laminação
I54	Impressão	Embalagem plástica de produto de limpeza de uso doméstico	Atividades de limpeza doméstica
I55	Impressão	Água de lavagem dos equipamentos	Atividades de limpeza doméstica
I56	Impressão	Máscaras, toucas e luvas contaminadas.	Equipamentos de Proteção Individual
I57	Impressão	Papel comum	Outros descartes
ACB58	Acabamento	Carcaça de cartela de PVC	Corte e realização da cavidade
ACB59	Acabamento	Fuligem de PVC	Corte e realização da cavidade
ACB60	Acabamento	Gabarito Plástico	Corte e realização da cavidade
ACB61	Acabamento	Rejeitos de produção	Corte e realização da cavidade
ACB62	Acabamento	Rolo de painel de assinatura	Aplicação do Holograma e painel de assinatura
ACB63	Acabamento	Rolo de Holograma	Aplicação do Holograma e painel de assinatura
ACB64	Acabamento	Teflon	Aplicação do Holograma e painel de assinatura
ACB65	Acabamento	Papel filme de embalagem	Seladora
ACB66	Acabamento	Embalagem plástica de produtos de limpeza de uso doméstico	Atividades de limpeza doméstica
ACB67	Acabamento	Água de lavagem de piso e equipamentos	Atividades de limpeza doméstica
ACB68	Acabamento	Panos de limpeza de uso doméstico	Atividades de limpeza doméstica
ACB69	Acabamento	Protetores auriculares, toucas e luvas usadas	Equipamentos de Proteção Individual
ACB70	Acabamento	Caixas de papelão	Outros descartes
ACB71	Acabamento	Papel comum	Outros descartes
ACB72	Acabamento	Etiquetas de identificação e <i>liner</i>	Outros descartes
CHP73	CHIP	<i>Lead Frame</i> (esqueleto de módulo)	Corte de Módulos
CHP74	CHIP	Rolo plástico de módulo	Corte de Módulos

continuação

Código	Setor	Resíduo	Fonte Geradora
CHP75	CHIP	Fita branca de plástico do rolo de módulo	Corte de Módulos
CHP76	CHIP	Cola	Colagem e inserção dos Módulos
CHP77	CHIP	Embalagem de cola	Colagem e inserção dos Módulos
CHP78	CHIP	Recipiente metálico de solvente	Colagem e inserção dos Módulos
CHP79	CHIP	Rejeitos de produção	Colagem e inserção dos Módulos
CHP80	CHIP	Panos de limpeza contaminado	Colagem e inserção dos Módulos
CHP81	CHIP	Teflon	Aplicação de <i>Scratch</i>
CHP82	CHIP	Rolo de fita <i>scratch</i>	Aplicação de <i>Scratch</i>
CHP83	CHIP	<i>Liner</i> das etiquetas	Outros descartes
CHP84	CHIP	Bobinas de papelão de fita adesiva	Outros descartes
CHP85	CHIP	Papel filme de embalagem	Outros descartes
CHP86	CHIP	Embalagem plástica de produto de limpeza de uso doméstico	Atividades de limpeza doméstica
CHP87	CHIP	Água de lavagem de piso e equipamentos	Atividades de limpeza doméstica
CHP88	CHIP	Panos de limpeza de uso doméstico	Atividades de limpeza doméstica
CHP89	CHIP	Toucas e luvas usadas	Equipamentos de Proteção Individual
EMB90	Embalagem	Rejeito de <i>Blister</i>	Recebimento de materiais para embalagem
EMB91	Embalagem	Folheteria	Recebimento de materiais para embalagem
EMB92	Embalagem	Mini envelope	Recebimento de materiais para embalagem
EMB93	Embalagem	Caixas de papelão	Recebimento de materiais para embalagem
EMB94	Embalagem	Fita <i>ribbon</i>	Impressão dos códigos de barras
EMB95	Embalagem	Embalagem da fita <i>ribbon</i>	Impressão dos códigos de barras
EMB96	Embalagem	Etiquetas de identificação e <i>liner</i>	Embalagem dos cartões
EMB97	Embalagem	Bobinas de papelão	Embalagem dos cartões
EMB98	Embalagem	Manual	Embalagem dos cartões
EMB99	Embalagem	<i>Fenolite</i>	Seladora
EMB100	Embalagem	Embalagem plástica de produtos de limpeza de uso doméstico	Atividades de limpeza doméstica

conclusão			
Código	Setor	Resíduo	Fonte Geradora
EMB101	Embalagem	Água de lavagem de piso e equipamentos	Atividades de limpeza doméstica
EMB102	Embalagem	Panos de limpeza contaminado	Atividades de limpeza doméstica
EMB103	Embalagem	Toucas e luvas usadas	Equipamentos de Proteção Individual
ALM104	Almoxarifado/Expedição	Embalagem de papelão	Recebimento de Matérias-Primas
ALM105	Almoxarifado/Expedição	Fita Inox	Recebimento de Matérias-Primas
ALM106	Almoxarifado/Expedição	Fita Plástica	Recebimento de Matérias-Primas
ALM107	Almoxarifado/Expedição	Embalagem de madeira	Recebimento de Matérias-Primas
ALM108	Almoxarifado/Expedição	Isopor	Recebimento de Matérias-Primas
ALM109	Almoxarifado/Expedição	Bobina de papelão	Preparação dos lotes para envio para clientes
ALM110	Almoxarifado/Expedição	Pallets	Preparação dos lotes para envio para clientes
ALM111	Almoxarifado/Expedição	Papel comum	Preparação dos lotes para envio para clientes
ALM112	Almoxarifado/Expedição	Água de lavagem de piso e equipamentos	Atividades de limpeza doméstica
ALM113	Almoxarifado/Expedição	Panos de limpeza de uso doméstico	Atividades de limpeza doméstica
ETE 114	ETE	Embalagem de controlador de pH	Embalagem de produtos
ETE 115	ETE	Embalagem de Coagulante	Embalagem de produtos
ETE 116	ETE	Embalagem de Floculante	Embalagem de produtos
ETE 117	ETE	Embalagem de Enzimas	Embalagem de produtos
ETE 118	ETE	Embalagem de Anti-Espumante	Embalagem de produtos
ETE 119	ETE	Lodo	Leito de Secagem

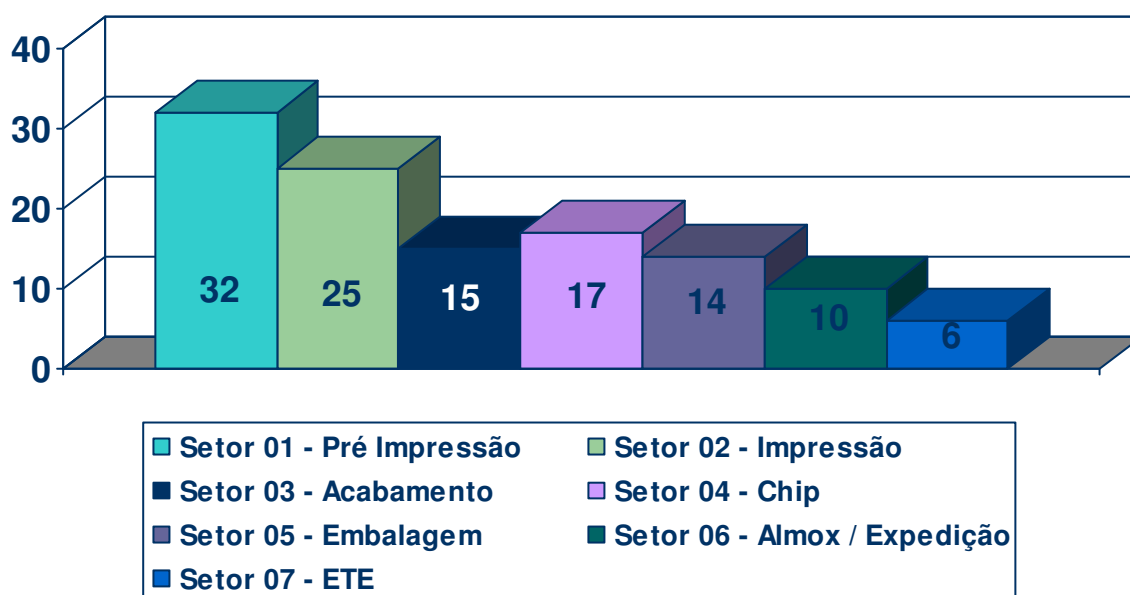
De acordo com os setores analisados, foram identificados 119 resíduos, observando que alguns resíduos são comuns entre alguns setores. A identificação dos resíduos foi realizada desta maneira para facilitar as ações e posterior controle das medidas de minimização de resíduos.

Do total de resíduos identificados, dezesseis são oriundos de atividades de limpeza doméstica que compreendem os resíduos de água de lavagem de pisos e máquinas, embalagens plásticas de produtos de limpeza doméstica e panos de limpeza. Estes resíduos são gerados em todos os setores com exceção do Setor 07 – Estação de Tratamento de Efluentes. Os resíduos de equipamentos de proteção

individual, como toucas, luvas, máscaras e protetores auriculares, foram identificados em todos os setores produtivos, totalizando cinco resíduos.

A Figura 12 relaciona o setor com o número de resíduos identificados. Observa-se que o Setor 01 – Pré-Impressão produz o maior número de resíduos, contribuindo com 32 resíduos identificados, seguido do Setor 02 – Impressão que gera 25 resíduos. Cento e três resíduos, o equivalente a 86,55% dos resíduos identificados, são resíduos gerados nos setores produtivos e 16 resíduos são oriundos dos setores 06 e 07, Almoxarifado/Expedição e ETE, respectivamente.

FIGURA 12 – NÚMERO DE RESÍDUOS IDENTIFICADOS POR SETOR



4.4 PRIORIZAÇÃO DE RESÍDUOS COM APLICAÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO PROPOSTO POR CERCAL

O modelo proposto por CERCAL (2000) considera aspectos econômicos, ambientais, técnicos, risco e facilidade de minimização para priorização de resíduos através da aplicação de três análises distintas, a saber: análise do resíduo por valor, análise do resíduo por risco e análise do resíduo por facilidade de minimização.

A empresa tem a opção de atuar nas medidas de minimização de resíduos considerando as três categorias simultaneamente, numa solução única e global ou

conforme a estratégia da empresa considerando a situação financeira, exigência legal ou outros interesses corporativos.

4.4.1 Análise do Resíduo por Valor

Para esta análise uma das exigências do modelo matemático proposto por CERCAL (2000), é a destinação final dada ao resíduo. Com isso, em paralelo ao levantamento de quantificação dos resíduos, foram identificadas as destinações finais. Segue abaixo as descrições das destinações finais adotadas pela empresa para os resíduos analisados:

a) *co-processamento*: estes resíduos são armazenados em caçamba específica para resíduos químicos (ou perigosos). São transportados por uma empresa terceirizada devidamente autorizada e destinados para co-processamento em fornos de produção de clínquer;

b) *estação de tratamento de efluentes da empresa*: estes resíduos seguem para tratamento na Estação de Tratamento de Efluentes da própria empresa;

c) *reciclagem*: os resíduos são destinados para reciclagem, onde são transformados em diversos materiais;

d) *recarga*: trata-se dos cartuchos de impressora que são enviados para empresa terceirizada para efetuar a recarga dos mesmos e devolução para empresa;

e) *estação de tratamento de efluentes de terceiros*: são recolhidos por uma empresa terceirizada autorizada para tratamento em Estação de Tratamento apropriada fora da empresa para retirada dos metais pesados;

f) *reprocessamento*: trata-se de resíduos de PVC que são vendidos para uma empresa que realiza o reprocessamento e transforma-os em matéria-prima novamente;

g) *retornável ao fornecedor*: são embalagens de características retornáveis e de responsabilidade do fornecedor;

h) *doação*: este resíduo é doado para SANEPAR para processo de compostagem;

i) *atmosfera*: são as emissões atmosféricas do processo gráfico restringindo-se as emissões de compostos orgânicos voláteis (VOCs);

j) *venda*: são resíduos que possuem metal pesado de alto valor agregado e são vendidos para empresa que recupera o material.

A relação dos resíduos identificados e destinações finais aplicadas está apresentada no Anexo 03.

A alternativa para a destinação final adotada com maior frequência pela empresa é o co-processamento, para um total de cinquenta e cinco resíduos. A segunda disposição mais aplicada foi a reciclagem com trinta e um resíduos e em seguida aplica-se o reprocessamento dos resíduos de PVC, totalizando doze resíduos. Nove resíduos de fase líquida seguem para Estação de tratamento de efluentes da empresa, sendo a quarta disposição mais adotada pela empresa. Outras destinações finais como, Retornável ao fornecedor e Estação de tratamento de efluentes de terceiros seguem com cinco e três resíduos e por último, a Recarga, Venda, Doação e Atmosfera com apenas um resíduo em cada destinação.

Considerando as classes de destinação propostas por CERCAL(2000) conforme a Tabela 2, elaborou-se a Tabela 9 que relaciona a destinação final dada pela empresa, a classe de destinação e o número de resíduos enquadrados em cada classe.

TABELA 9 – RELAÇÃO ENTRE AS CLASSES DE DESTINAÇÃO E A DESTINAÇÃO FINAL

continua				
Classes de Destinação	Descrição	Destinação Final	Número de Resíduos	Porcentagem equivalente (%)
1D	Reutilização direta do resíduo em outra fábrica, com as substâncias presentes neste resíduo sendo utilizadas com sua função original.	Retornável para o Fornecedor	5	4,21
3D	Reutilização do resíduo em outra fábrica após beneficiamento externo, com as substâncias presentes neste resíduo sendo utilizadas com sua função original.	Reprocessamento, Recarga	13	10,92
4D	Reutilização do resíduo em outra fábrica, após beneficiamento externo, com as substâncias presentes neste resíduo sendo utilizadas com função diferente da original.	ETE de terceiros, Reciclagem, Venda	35	29,41
5A	Disposição final adequada com responsabilidade de terceiros	Co-processamento,	56	47,06

Doação

				conclusão
Classes de Destinação	Descrição	Destinação Final	Número de Resíduos	Porcentagem equivalente (%)
5B	Disposição final adequada do resíduo (local) com responsabilidade da empresa	Estação de tratamento de efluentes da empresa	9	7,56
6B	Disposição final inadequada do resíduo (local) com responsabilidade da empresa	Atmosfera	1	0,84

Como pode ser observado através dos dados apresentados na Tabela 9, cinquenta e seis resíduos enquadram-se na classe de destinação 5A, que corresponde à disposição final adequada com responsabilidade de terceiros. Desta categoria apenas o resíduo ETE 119 – Lodo, proveniente da Estação de tratamento de efluentes, é destinado para doação, os demais resíduos são co-processados em fornos de produção de clínquer. Estes resíduos foram classificados nesta categoria, pois são enviados para empresas terceirizadas para a adequada destinação final, no entanto, não isenta a empresa da responsabilidade sobre a destinação final.

Vale ressaltar que, dos resíduos co-processados, vinte e um resíduos são classificados como Classe 1 – Perigosos segundo a norma ABNT NBR 10.004: Resíduos Sólidos – Classificação, o restante, trinta e quatro resíduos são classificados como Classe 2A – Não Inertes, segundo esta mesma norma. O co-processamento é uma das tecnologias mais adequadas e ambientalmente apropriadas para a disposição de resíduos, no entanto esta tecnologia é cara e acarreta elevado custo para a empresa. Nota-se que uma oportunidade para redução de custo para a empresa é a disposição dos resíduos Classe 2A em Aterro Industrial, entretanto, não seria uma alternativa ambientalmente mais adequada.

Na classe de destinação 4D, que corresponde a 29,41% dos resíduos identificados, encontram-se os resíduos reciclados como papel, papelão, plástico, metais e madeira, dos quais são atualmente vendidos pela empresa, apenas o papel, o papelão e os metais. Os demais materiais também são reciclados, porém são doados. O resíduo CHP73 - *Lead Frame* (esqueleto de módulo) é destinado à venda, pois possui elevado valor agregado. Para os resíduos CP06, CP11 e CP19, a

empresa paga para enviá-los para Estação de tratamento de efluentes de terceiros, pois possuem metais pesados e necessitam de tratamento específico para recuperados.

Os resíduos reprocessados e os cartuchos das impressoras, compõem a classe de destinação 3D e correspondem a 10,92% dos resíduos identificados. Os resíduos reprocessados são atualmente vendidos por um valor médio de mercado e os cartuchos são à base de troca com o fornecedor, a empresa compra cartuchos com preço mais baixo se apresentar as embalagens vazias.

O resíduo I46 – Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs) foi enquadrado na classe 6B, apresenta disposição final inadequada com responsabilidade da empresa, por ser enviado para a atmosfera. Apesar da análise realizada em maio/2006, apresentou a concentração de substâncias gasosas orgânicas no valor de 115,63 mgC/Nm³, valor abaixo do limite de 150 mgC/Nm³ estabelecido pela legislação (PARANÁ, 2002), porém sua emissão deve ser controlada devido ao risco ocupacional associado. Uma alternativa ambientalmente adequada para disposição deste resíduo é a sua eliminação através de equipamentos específicos disponíveis no mercado, entretanto, possuem elevados custos de instalação, operação e manutenção.

Para os resíduos da fase líquida, a determinação foi realizada em volume (m³), porém admitiu-se a densidade igual à da água, para simplificação e homogeneidade dos dados.

O Anexo 04 apresenta a relação de cada resíduo com o processo (Ω), a constância de geração (K_{jk}), conforme estabelecido por CERCAL (2000) na Tabela 4, a alteração do valor percentual $\Delta S\%$, a classe de destinação, a base do IPHMR, de acordo com a Tabela 3, e quantidade anual gerada (W_{Total}).

Observa-se pela Tabela 9 e no Anexo 04, que sessenta e seis resíduos sofrem destinações ambientalmente impróprias por apresentarem valores de ξ_B negativos e cinquenta e três resíduos, e 44,54% dos resíduos analisados, apresentam destinações ambientalmente aceitáveis, no entanto, não significa que tenham destinações apropriadas e que não devam ser revistas, pois um dos objetivos do programa de minimização de resíduos é atuar na melhoria contínua.

Para análise por valor, a ordem de prioridade é estabelecida pelo resíduo que possui menor $\$_{total}$, o que representa maior prejuízo para a empresa. Para os

valores positivos de $\$_{total}$, estes resíduos representam lucro para empresa, sendo que quanto maior o $\$_{total}$ maior é o lucro obtido.

A partir das informações e dados mencionados anteriormente, os resultados para análise do resíduo por valor estão apresentados no Anexo 05. Nesta análise não foi necessária a utilização de nenhum critério de escolha de prioridade, pois os resíduos apresentaram os valores idênticos para $\$_{Total}$.

Em função dos resultados obtidos pode-se ressaltar que, mesmo com 44,54% dos resíduos sendo enquadrados nas classes 1D, 3D e 4D, que representam destinações ambientalmente aceitáveis, nenhum resíduo proporciona lucro para a empresa. Entretanto, pode-se afirmar que o prejuízo poderia ser maior, caso a empresa tivesse outros gastos com transporte, beneficiamento ou disposição.

LEITE (2003) obteve resultado semelhante com a aplicação do mesmo modelo em uma indústria de alimentos, mesmo considerando os resíduos vendidos e doados, sem gastos com transporte e beneficiamento, teve-se apenas valores negativos na análise do resíduo por valor, significando que nenhum resíduo dá lucro para empresa.

Para CENDOFANTI (2005), o resultado obtido na análise do resíduo por valor em uma fábrica de carvão ativado e de goma resina foi inferior, 29,27% dos resíduos analisados representaram lucro para a empresa, pois são reutilizados no processo, ou vendidos, ou ainda retornáveis ao fornecedor.

A Tabela 10 apresenta os dez resíduos prioritários através da análise por valor.

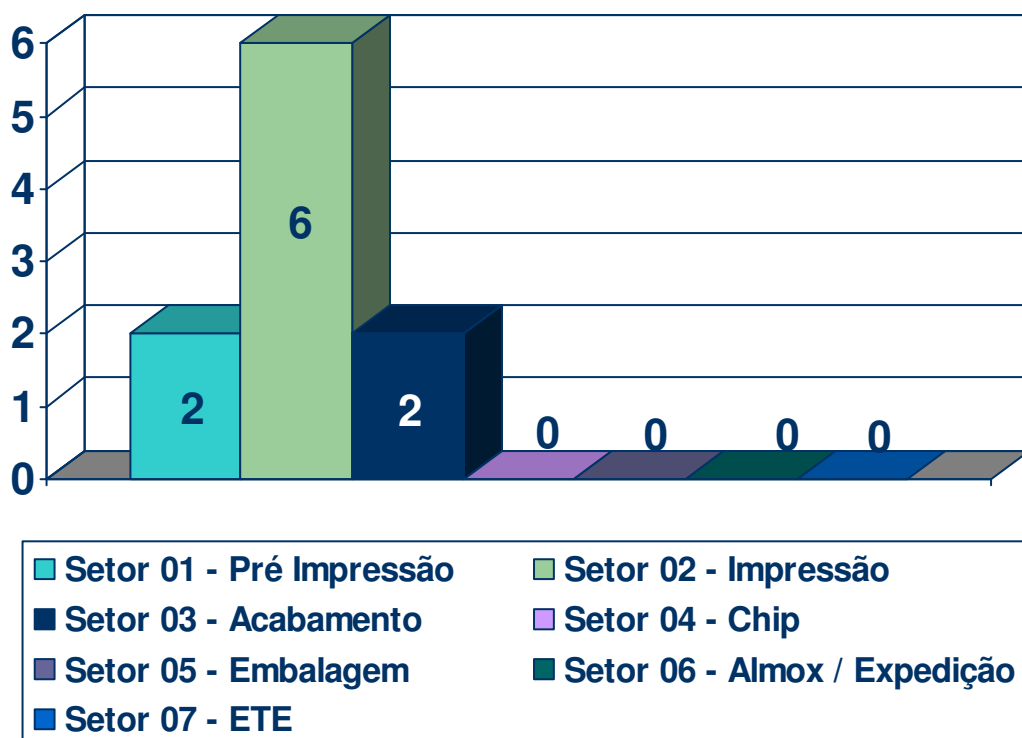
TABELA 10 – RESULTADO DA ANÁLISE POR VALOR – OS DEZ RESÍDUOS PRIORITÁRIOS

Prioridade	Análise por Valor
1	ACB58 - Carcaça de cartela de PVC
2	ACB61 - Rejeitos de produção
3	I46 – Compostos Orgânicos Voláteis (VOC's)
4	I48 - Rejeitos de produção - Cartelas
5	I33 - Malas de impressão
6	I34 - Blanqueta
7	CP24 - Descarte de tinta
8	I47 - Panos de limpeza contaminados
9	CP12 - Chapas de alumínio rejeitadas/inutilizadas

Observa-se que entre os dez resíduos prioritários, cinco são destinados ao Reprocessamento por serem constituídos de PVC. Sendo o resíduo ACB58– Carcaça de cartela de PVC classificado em primeiro lugar como mais prioritário, o resíduo ACB61 – Rejeitos de Produção em segundo lugar, o I48 – Rejeitos de Produção – Cartelas em quarto lugar, o I33 – Malas de Impressão em quinto lugar e o resíduo I53 – Rejeitos de Produção da laminação classificado em décimo lugar. O PVC é uma das matérias-primas de maior valor agregado do produto e, tendo em vista as quantidades geradas, disposição final, aspectos técnicos e ambientais, estes resíduos foram priorizados pelo modelo de maneira adequada.

A Figura 13 mostra os locais de geração dos dez resíduos classificados como prioritários na análise por valor.

FIGURA 13 – ANÁLISE POR VALOR – LOCAIS DE GERAÇÃO DOS DEZ RESÍDUOS PRIORITÁRIOS



Como pode ser observado na Figura 13, dos dez resíduos prioritários através da análise por valor, seis são gerados no Setor 02 – Impressão, são eles; I33 – Malas de Impressão, I34 – Blanqueta, I46 – Compostos Orgânicos Voláteis

(VOCs), I47 - Panos de limpeza contaminados, I48 – Rejeitos de Produção – Cartelas e I53 – Rejeitos de Produção da laminação. Os Setores 03 – Acabamento e 01- Pré-Impressão apresentam dois resíduos classificados entre os dez prioritários em cada setor; ACB58 – Carcaça de cartela de PVC e ACB61 – Rejeitos de Produção e CP12- Chapas de Alumínio e CP 24 – Descarte de Tinta, respectivamente.

Mais detalhadamente, no Setor 02 – Impressão, 24% dos seus resíduos estão classificados entre os dez resíduos prioritários. Sendo que no Setor 03 – Acabamento este valor é de 13,30%. Dos quinze resíduos existentes no setor, dois estão classificados entre os dez prioritários. Enquanto que para o setor 01 – Pré- Impressão, 8,00% dos seus resíduos estão entre os dez prioritários.

Os Setores 04, 05, 06 e 07 não apresentaram nenhum de seus resíduos entre os dez prioritários segundo a análise por valor.

O resultado da análise do resíduo por valor mostra que o gerenciamento de resíduos da empresa não representa vantagem à mesma, sendo fundamental a aplicação de técnicas de minimização para eliminar e/ou reduzir a geração dos resíduos e ainda analisar a destinação final para proporcionar maior benefício. É importante observar que a análise por valor não é puramente econômica, uma vez que também estão embutidos aspectos técnicos e ambientais.

A ordem de prioridade obtida através do modelo matemático para análise do resíduo por valor é bastante coerente, pois classificou como prioritários os resíduos que realmente representam maior prejuízo para empresa. Considerou não apenas os resíduos que são gerados em maiores quantidades, e nem os custos isoladamente, entretanto tornou possível uma análise geral, que levou em consideração também os aspectos ambientais e técnicos.

Com o levantamento de dados exigidos pelo modelo matemático para a análise do resíduo por valor, foi possível coletar informações importantes para a empresa. Através das informações da identificação dos resíduos, quantidades e destinação final, forma-se o Inventário de Resíduos da empresa. Documento importante para o conhecimento do que é produzido, quanto e para onde os resíduos são destinados. O Inventário de Resíduos é um documento fundamental para efetivar e iniciar o Gerenciamento de Resíduos de uma empresa.

4.4.2 Análise do Resíduo por Riscos

Nesta análise foram consideradas as perguntas e informações impostas pelo modelo matemático proposto por CERCAL (2000) para cada resíduo identificado. A análise do resíduo por risco engloba vários critérios relacionados à geração do resíduo, como fatores humanos, jurídicos e ambientais através de questionamentos sobre danos à saúde, reclamações de moradores vizinhos, penalidades aplicáveis e periculosidade.

Semelhante à análise do resíduo por valor, na análise do resíduo por risco as variáveis W_k e Z_{jk} foram consideradas iguais a um (1), pois o levantamento foi realizado por setor produtivo, sendo também desconsiderado a variação da quantidade gerada de resíduo por produto fabricado.

Os resíduos foram classificados quanto à periculosidade (Π) de acordo com ABNT (2004), sendo o mesmo conceito aplicado para resíduos líquidos e gasosos.

O Anexo 06 apresenta os pesos das respostas da análise do resíduo por risco, a classificação do resíduo conforme a periculosidade Π , o somatório das perguntas (ΣQ_{jk}), o valor de R e a ordem de prioridade dos resíduos.

Como todos os resíduos receberam a resposta “sim” para a pergunta 1, considerando que todos possuem dados reais ou estimados referentes às quantidades e/ou composição, inicialmente todos resíduos seriam classificados como prioritários. Entretanto, foram consideradas as demais perguntas para estabelecer a hierarquização dos resíduos para esta análise.

Os resíduos CP17, I49, I50, CHP78 foram considerados como Risco “Em Potencial” em relação a danos à saúde humana e penalidades aplicáveis por apresentarem condições de armazenamento em desacordo com a norma ABNT NBR 12.235 – Armazenagem de resíduos sólidos perigosos. E os resíduos CP22, CP23, CP24, CP25, I40, I42, I47, CHP76, CHP77, ETE114, ETE115, ETE116, ETE118, ETE119, foram considerados como Risco “Em Potencial” na pergunta 2 por apresentarem risco à saúde dos funcionários no manuseio sem o uso de EPIs adequado.

O resíduo I46 – Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs) foi classificado como risco “Em Potencial” para danos à saúde humana tendo em vista o risco ocupacional

aos funcionários, apesar de que são realizados exames médicos periódicos nos funcionários e nem nenhum momento foi constatado irregularidades. A resposta à pergunta 3, reclamações de moradores vizinhos, foi isento para este resíduo, devido à baixa concentração e emissões atmosféricas. Mesmo que estes vapores naturalmente promovam odores, não são perceptíveis na vizinhança.

Os resíduos CP06, CP11, CP19, foram considerados como risco “Em Potencial” em relação às penalidades aplicáveis por conterem metais pesados, e apresentarem possível risco de vazamento no transporte e falha no tratamento da empresa terceirizada. Os resíduos CP20, I39, I55 também foram considerados como risco “Em Potencial” em relação a esta mesma pergunta, pois se ocorrerem variações nas suas gerações, a eficiência da ETE será afetada e o efluente tratado poderá ser lançado fora dos padrões exigidos na licença de operação da empresa.

Como pode ser observado vários resíduos tiveram seus valores de risco global iguais e como critério de desempate, foi adotado o critério de priorização proposto por TIMOFIECSYK (2001) que considera o resultado da análise por valor para estabelecer a hierarquia dos resíduos. Este critério foi adotado para que os resíduos com menor valor total do resíduo corrigido ($\$_{Total}$) obtido na análise do resíduo por valor seja prioritário em comparação com outro de maior $\$_{Total}$, caso tenham o mesmo valor de Risco Global (R), na análise por riscos. Isto implica que nestes casos, os aspectos econômico, ambiental e técnico são relevantes no processo de classificação na análise do resíduo por riscos.

A Tabela 11 apresenta os dez resíduos prioritários através da análise por riscos.

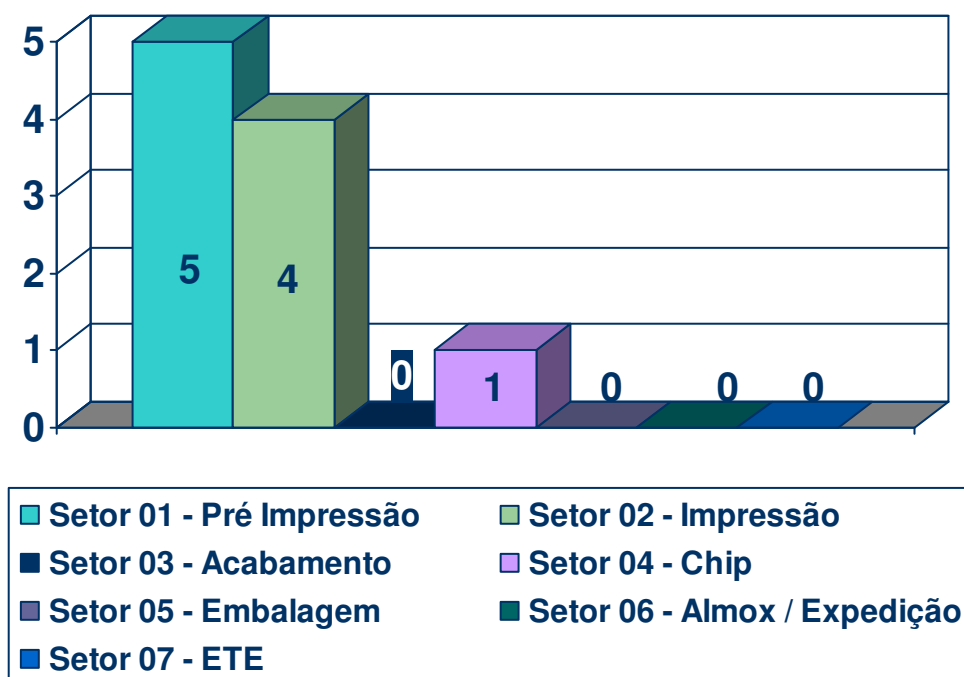
TABELA 11 – RESULTADO DA ANÁLISE POR RISCOS – OS DEZ RESÍDUOS PRIORITÁRIOS

Prioridade	Análise por Riscos
1	I46 – Compostos Orgânicos Voláteis (VOC's)
2	I50 - Recipiente metálico de solventes e restaurador
3	I49 - Recipientes plásticos de produtos químicos
4	CP17 - Embalagem plástica de produtos químicos
5	CHP78 - Recipiente metálico de solvente
6	CP24 - Descarte de tinta
7	I47 - Panos de limpeza contaminados
8	CP23 - Recipiente metálico de tinta
9	CP22 - Recipiente plástico de tinta

Nota-se, por esta análise, que apenas 21,01% dos resíduos analisados, ou seja, vinte e cinco resíduos apresentam o valor de Risco global (R) diferente de zero, indicando que 78,99% dos resíduos não oferecem risco ao meio ambiente e nem à saúde humana. Dos resíduos que apresentam algum tipo de risco segundo esta análise, nove são gerados no Setor 01 - Pré-Impressão, oito no Setor 02 - Impressão, três no Setor 04 - *CHIP* e cinco no Setor 07 - ETE. Observa-se que os setores produtivos contemplam vinte dos vinte e cinco resíduos que oferecem risco.

A Figura 14 mostra os locais de geração dos dez resíduos classificados como prioritários na análise por riscos.

FIGURA 14 – ANÁLISE POR RISCOS – LOCAIS DE GERAÇÃO DOS DEZ RESÍDUOS PRIORITÁRIOS



Como pode ser observado na Figura 14, dos dez resíduos considerados prioritários nesta análise, cinco são gerados no Setor 01 - Pré-Impressão, quatro são gerados no Setor 02 - Impressão e um resíduo é produzido no Setor 04 - *CHIP*. Diferentemente da análise por valor, o Setor 01 - Pré-Impressão apresentou mais resíduos entre os dez prioritários do que o Setor 02 - Impressão. Outro resultado

interessante desta análise foi que todos os resíduos do Setor 03 – Acabamento apresentam valor de risco global igual a zero, sendo assim, nenhum resíduo deste setor foi classificado entre os dez prioritários.

4.4.3 Análise do Resíduo por Facilidade de Minimização

Esta análise hierarquiza os resíduos quanto à facilidade de minimização no processo, considerando a viabilidade técnica, recursos financeiros e humanos. São realizadas doze perguntas com pesos distintos, de acordo com a Tabela 7. Sendo estabelecidos pesos para respostas positivas.

Segundo CERCAL (2000), as respostas afirmativas que representam aspecto desfavorável à minimização receberam pesos positivos e aquelas que as respostas afirmativas representam aspecto favorável receberam pesos negativos. Com isso, quanto menor for o valor da Facilidade Global de Minimização do Resíduo (F), mais fácil será para minimizá-lo. O Anexo 07 apresenta as respostas às perguntas para análise por facilidade de minimização.

O valor de F foi calculado de acordo com as Equações 18 e 19 e igualmente as análises anteriores, as variáveis W_k e Z_{jk} foram consideradas iguais a um (1), pois o levantamento foi realizado por setor produtivo, sendo também desconsiderado a variação da quantidade gerada de resíduo por produto fabricado.

O Anexo 08 apresenta o somatório dos pesos às perguntas (ΣF_{jk}), os custos de minimização (CM_{jk}), o resultado da facilidade de minimização global do resíduo (F) e a ordem do resíduo.

O critério de desempate utilizado para hierarquizar os resíduos nesta análise foi o mesmo adotado na análise por risco, considerou-se a classificação obtida na análise por valor.

A Tabela 12 apresenta os dez resíduos prioritários através da análise por facilidade de minimização.

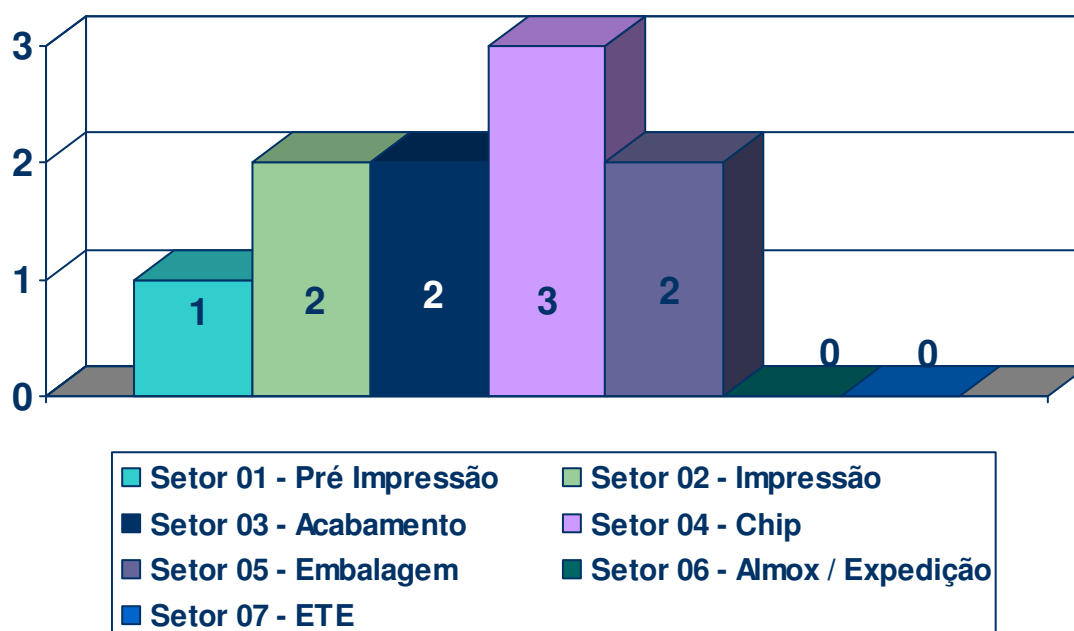
TABELA 12 – RESULTADO DA ANÁLISE POR FACILIDADE DE MINIMIZAÇÃO – OS DEZ RESÍDUOS PRIORITÁRIOS

Prioridade	Análise por Facilidade de Minimização
1	I47 - Panos de limpeza contaminados
2	ACB69 - Protetores auriculares, toucas e luvas usadas.
3	EMB103 - Toucas e luvas usadas
4	CP25 - Estopas contaminadas
5	CHP89 - Toucas e luvas usadas
6	CHP80 - Panos de limpeza contaminados
7	CHP88 - Panos de limpeza de uso doméstico
8	ACB68 - Panos de limpeza de uso domésticos
9	EMB102 - Panos de limpeza contaminados
10	I56 - Máscaras, toucas e luvas contaminadas

Observa-se que os dez resíduos prioritários segundo esta análise podem ser minimizados através de pequenos ajustes ou mudanças de equipamento, treinamentos simples na área, adoção de boas práticas, alteração de procedimentos ou com mudanças dos fornecedores. São alternativas de minimização sem a necessidade de altos investimentos.

A Figura 15 mostra os locais de geração dos dez resíduos classificados como prioritários na análise por facilidade de minimização.

FIGURA 15 – ANÁLISE POR FACILIDADE DE MINIMIZAÇÃO – LOCAIS DE GERAÇÃO DOS DEZ RESÍDUOS PRIORITÁRIOS



Como pode ser observado no Figura 15, dos dez resíduos prioritários da análise por facilidade de minimização, um é oriundo do Setor 01 – Pré-Impressão. Os setores 02 – Impressão, 03 – Acabamento e 05 – Embalagem apresentam dois resíduos classificados como prioritários em cada setor e o Setor 04 – *CHIP* apresenta três resíduos entre os dez prioritários desta análise.

No Anexo 09 é apresentado um exemplo de aplicação das fórmulas do modelo matemático das três análises efetuadas para o resíduo CP 01 – Papel Comum.

4.5 SELEÇÃO DOS RESÍDUOS A SEREM MINIMIZADOS

Para que se tenha um panorama dos resultados das três análises, na Tabela 13 é apresentada a comparação entre os dez resíduos prioritários de cada análise, que se torna uma ferramenta adequada para a tomada de decisão para selecionar os resíduos a serem minimizados.

TABELA 13 – COMPARAÇÃO DOS RESÍDUOS PRIORITÁRIOS DA ANÁLISE POR VALOR, POR RISCOS E POR FACILIDADE DE MINIMIZAÇÃO

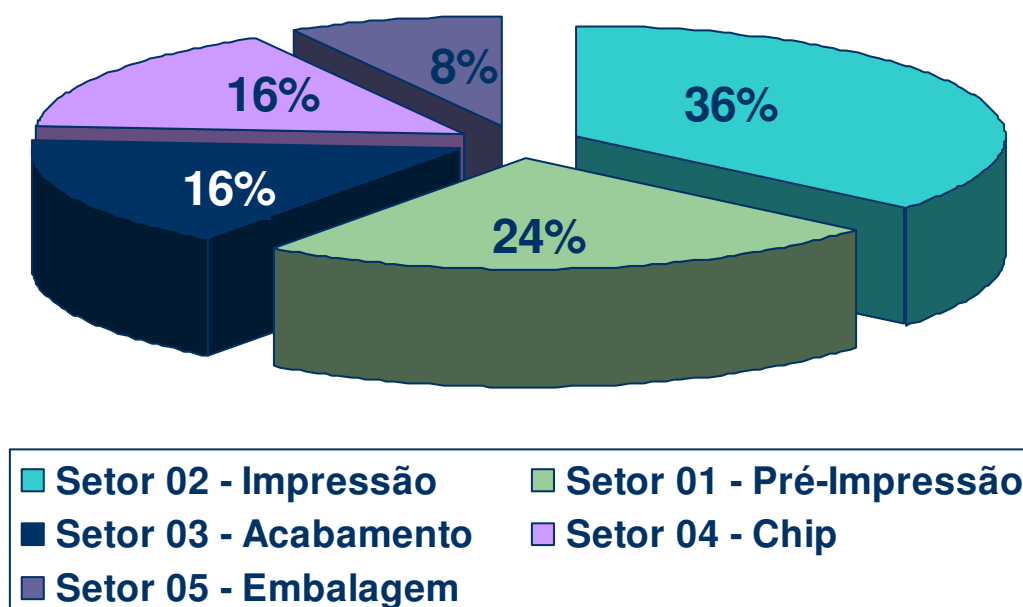
Prioridade	Análise por Valor	Análise por Riscos	Análise por Facilidade
1	ACB58 - Carcaça de cartela de PVC	I46 – Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs)	I47 - Panos de limpeza contaminados
2	ACB61 - Rejeitos de produção	I50 - Recipiente metálico de solventes e restaurador	ACB69-Protetores auriculares, toucas e luvas usadas.
3	I46 – Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs)	I49 - Recipientes plásticos de produtos químicos	EMB103 - Toucas e luvas usadas
4	I48 - Rejeitos de produção - Cartelas	CP17 - Embalagem plástica de produtos químicos	CP25 - Estopas contaminadas
5	I33 - Malas de impressão	CHP78 - Recipiente metálico de solvente	CHP89 - Toucas e luvas usadas
6	I34 - Blanqueta	CP24 - Descarte de tinta	CHP80 - Panos de limpeza contaminados
7	CP24 - Descarte de tinta	I47 - Panos de limpeza contaminados	CHP88 - Panos de limpeza de uso doméstico
8	I47 - Panos de limpeza contaminados	CP23 - Recipiente metálico de tinta	ACB68 - Panos de limpeza de uso domésticos
9	CP12 - Chapas de alumínio rejeitadas/inutilizadas	CP22 - Recipiente plástico de tinta	EMB102 - Panos de limpeza contaminados
10	I53 - Rejeitos de produção da Laminação	CP25 - Estopas contaminadas	I56 - Máscaras, toucas e luvas contaminadas.

Como pode ser observado a partir das informações apresentadas na Tabela 13, não há muita semelhança entre os resíduos prioritários das três análises, apenas quatro resíduos, CP24 – Descarte de tinta, I46 – Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs), I47 – Panos de limpeza contaminados e CP 25 - Estopas contaminadas, são comuns em pelo menos duas análises, os demais não repetem em mais de uma análise. O único resíduo prioritário presente nas três análises é o resíduo I47 – Panos de limpeza contaminados.

CENDOFANTI (2005) também obteve resultado semelhante, não apresentando grande semelhança entre os resíduos apontados pelo modelo matemático como mais prioritários nas três análises realizadas. CENDOFANTI (2005), observou apenas um resíduo prioritário nas três análises ao mesmo tempo e quatro resíduos comuns em pelo menos duas análises.

A Figura 16 apresenta a comparação dos resíduos prioritários das três análises por Setor.

FIGURA 16 – COMPARAÇÃO DOS RESÍDUOS PRIORITÁRIOS DAS TRÊS ANÁLISES POR SETOR



Como pode ser observado na Figura 16, 36,00% dos resíduos prioritários são oriundos do Setor 02 – Impressão, seguido por 24,00% provenientes do Setor 01 – Pré-Impressão, 16,00% dos Setores 03 – Acabamento e 04 – *CHIP* e 8,00% são originários do Setor 05 – Embalagem. Com isso, percebe-se que os Setores 01 e 02 geram 60% dos resíduos classificados como prioritários através das três análises do modelo matemático.

Os dez resíduos prioritários na análise por facilidade de minimização são oriundos de cinco setores, sendo basicamente resíduos de EPIs usados, panos ou estopas contaminadas e panos de limpeza. Este resultado já era esperado, pois trata-se de resíduos que podem ser facilmente minimizados com a adoção de boas práticas e baixos investimentos.

Outro resultado esperado é a maior participação de resíduos prioritários gerados nos setores 01 e 02 na análise por risco, tendo em vista que estes setores geram maior quantidade de resíduos Classe I – perigosos, e os funcionários podem ser potencialmente expostos a algum dano à saúde, caso não utilizem a proteção adequada.

Pode-se constatar através da análise dos resíduos por valor que os resíduos prioritários estão, na sua maioria, concentrados no Setor 02 – Impressão. Isto ocorre, em parte, porque os resíduos gerados no Setor 02 – Impressão são em maior quantidade e possuem maior valor agregado do que os resíduos gerados no Setor 01 – Pré-Impressão. Entretanto, considerando a análise por risco, os resíduos prioritários estão praticamente distribuídos nos Setores 01- Pré-Impressão e 02 – Impressão, pois trata-se de setores que produzem resíduos de maior periculosidade.

Vinte e cinco resíduos estão entre os dez prioritários em relação às 3 análises e podem ser, inicialmente, objetos de estudos para aplicação das técnicas de minimização de resíduos. Deste total, nove resíduos são gerados no Setor 02- Impressão.

A Impressão é considerada o principal processo na fabricação de cartões. As impressoras *off-set* são equipamentos de alto custo e busca-se sempre a tecnologia mais avançada para melhorar a qualidade de impressão, entretanto, são necessários altos investimentos quando se trata de impressoras. No Setor 02 - Impressão, também ocorre grande exposição dos funcionários a produtos Classe 1 -

perigosos e a geração de VOCs, sendo necessário acompanhamento médico periódico dos funcionários e treinamento para o uso adequado dos equipamentos de proteção individual.

Para selecionar os resíduos a serem minimizados, LEITE (2003) e TIMOFIECSYK (2001) realizaram análise global dos resíduos, adotando pesos distintos para cada análise do modelo matemático. CENDOFANTI (2005) por sua vez, selecionou os dez resíduos prioritários de cada análise para propor as medidas de minimização.

Para esta pesquisa foi adotado o mesmo critério da análise global proposto por LEITE (2003) e TIMOFIECSYK (2001). Os pesos atribuídos nesta pesquisa foram; peso três para análise por valor, peso dois para análise por riscos e peso um para análise por facilidade de minimização. Os resultados da análise global estão apresentados no Anexo 10. Alguns resíduos tiveram seus valores globais iguais, e para desempate foi considerado o resultado da análise por valor.

A Tabela 14 apresenta os dez resíduos prioritários através da análise por global.

TABELA 14 – RESULTADO DA ANÁLISE GLOBAL – OS DEZ RESÍDUOS PRIORITÁRIOS

Prioridade	Resíduo
1	I47 - Panos de limpeza contaminados
2	CP24 - Descarte de tinta
3	I50 - Recipiente metálico de solventes e restaurador
4	CP23 - Recipiente metálico de tinta
5	I49 - Recipientes plásticos de produtos químicos
6	I34 – Blanqueta
7	ACB69 - Protetores auriculares, toucas e luvas usadas
8	CP22 - Recipiente plástico de tinta
9	CP12 - Chapas de alumínio rejeitadas/inutilizadas
10	CP17 - Embalagem plástica de produtos químicos

Os resíduos selecionados para serem minimizados foram os dez prioritários segundo a análise global e os resíduos do Setor 02 – Impressão classificados entre os dez prioritários segundo as análises por valor, por risco e por facilidade de minimização. Os resíduos do Setor 02- Impressão também foram selecionados

tendo em vista a relevância deste setor para a fabricação do produto, sendo também o setor mais crítico da empresa e, também, por apresentar o maior número de resíduos prioritários identificados através das análises realizadas com a aplicação do modelo matemático.

A Tabela 15 apresenta algumas características dos resíduos a serem minimizados.

TABELA 15 – CARACTERISTICAS DOS RESÍDUOS A SEREM MINIMIZADOS

Resíduo	Quantidade (kg/ano)	Destinação Final
I47 - Panos de limpeza contaminados	2.690,40	Co-processamento
CP24 - Descarte de tinta	129,48	Co-processamento
I50 - Recipiente metálico de solventes e restaurador	347,95	Co-processamento
CP23 - Recipiente metálico de tinta	300,00	Co-processamento
I49 - Recipientes plásticos de produtos químicos	149,60	Co-processamento
I34 – Blanqueta	161,95	Co-processamento
ACB69 - Protetores auriculares, toucas e luvas usadas	468,49	Co-processamento
CP22 - Recipiente plástico de tinta	144,00	Co-processamento
CP12 - Chapas de alumínio	664,58	Reciclagem
CP17 - Embalagem plástica de produtos químicos	89,93	Co-processamento
I33 - Malas de impressão	10.848,40	Reprocessamento
I46 - Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs)	630,00	Atmosfera
I48 - Rejeitos de produção - Cartelas	2.791,88	Reprocessamento
I53 - Rejeitos de produção da Laminação	486,63	Reprocessamento
I56 - Máscaras, toucas e luvas contaminadas.	15,76	Co-processamento

Dos quinze resíduos selecionados, dez são destinados ao co-processamento, três ao reprocessamento, um é enviado para atmosfera e um é reciclado.

4.6 PROPOSTAS DE MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS

4.6.1 Alternativa para Panos de Limpeza Contaminados

O Setor de Impressão gera 2.690,40 kg/ano de panos de limpeza usados para retirar o excesso de tinta e limpeza de equipamentos e peças. Devido à

presença de grande quantidade de tinta e solvente e por serem classificados como Classe I segundo ABNT (2004), estes resíduos são destinados ao Co-processamento.

A alternativa de minimização para os panos de limpeza contaminados é a otimização e o controle do uso através de treinamentos na área, conscientização dos funcionários e sistema de registro para retirada de panos, havendo um controle por parte da gerência e proporcionando o gasto ponderado deste material. Adotando estas medidas de minimização, estima-se uma redução de 25% da geração de panos de limpeza contaminados, ou seja, a empresa deixaria de gerar 672,60 kg/ano deste resíduo.

Com estas ações de minimização, além da empresa reduzir a geração de resíduo e economizar na compra de novos panos de limpeza, também estaria economizando com a disposição final, pois trataria menor quantidade de resíduo.

4.6.2 Alternativas para Descarte de Tinta

A empresa descarta 129,48 kg/ano de tinta, considerando as sobras de impressão e as tintas vencidas. Para minimização deste resíduo a empresa pode atuar de duas maneiras. A primeira é um estudo para formular com precisão as tintas que serão usadas na Impressão, não havendo sobras de tintas e conseqüentemente, não sendo mais descartadas. A segunda alternativa é tentar revalidar com o fornecedor as tintas vencidas, aumentando o prazo de validade das tintas e estendendo a vida útil.

4.6.3 Alternativa para Recipientes Plásticos de Produtos Químicos/Tintas e Metálicos de Solventes/Restaurador/Tintas

A empresa gera 1031,48 kg/ano de recipientes plásticos de produtos químicos/tintas e recipientes metálicos de solventes/restaurador/tintas. Além do emprego de boas práticas para otimizar o uso de tintas, produtos químicos, solventes e restaurador, minimizando também a geração de embalagens, a empresa está em fase de instalação de um sistema de armazenamento central dos três produtos de maior consumo na produção.

Trata-se da instalação de *containers*, produtos de transferência e *kits* de segurança para o armazenamento apropriado destes produtos em quantidades de 200 litros, em ambiente externo às instalações da fábrica. O abastecimento será realizado pelo fornecedor, sendo da sua responsabilidade a destinação final das embalagens pois a empresa não realiza o abastecimento.

Esta alternativa significa uma redução de 26,52% na geração de embalagens plásticas e metálicas de produtos químicos e solventes, ou seja, 273,58 kg/ano que a empresa deixa de dispor no meio ambiente e ainda regulariza as condições de armazenamento de produtos perigosos segundo a norma ABNT (1992).

4.6.4 Alternativas para Blanqueta

A blanqueta é um cilindro intermediário, de borracha, que no processo de *offset* recebe a imagem da chapa de alumínio e posteriormente a transfere para a cartela de PVC. Com a continuidade do processo de impressão, ocorre a marcação da blanqueta, o que interfere na qualidade de impressão. Portanto, sempre que possível, os funcionários utilizam o produto restaurador de blanqueta para inchar a borracha, preenchendo as áreas desgastadas. Contudo, esta utilização deixa de ser benéfica, quando a aplicação do restaurador é por toda a blanqueta, pois ocorre amolecimento da blanqueta, reduzindo sua vida útil.

A empresa já realizou vários estudos para venda no mercado ou reutilização da borracha, porém nenhuma medida resultou em sucesso devido à grande quantidade de solvente e tinta impregnados na blanqueta, deixando-a com odor forte.

Uma alternativa para minimizar o descarte da blanqueta é aumentar sua vida útil através do controle do uso de restaurador, aplicando o produto apenas nas áreas danificadas e evitando o uso inadequado. Com esta medida de minimização, além de reduzir a geração de resíduo de blanqueta também reduziria o consumo de restaurador e o descarte de recipientes metálicos.

A geração de blanqueta é de 161,94 kg/ano e não é possível estimar a redução da geração adotando esta alternativa de minimização, pois trata-se de uma

ação de longo prazo e o resultado deve ser verificado após o emprego desta técnica de minimização.

No entanto, qualquer redução, independentemente, do resultado significativo ou não, é interessante para a empresa. Se esta redução não representar uma economia financeira expressiva, ambientalmente é uma medida atraente tendo em vista tratar-se da minimização de resíduo considerado perigoso, Classe 1 conforme ABNT (2004).

4.6.5 Alternativa para os Equipamentos de Proteção Individual Descartados

Equipamentos de proteção individual são gerados a uma taxa de 468,49 kg/ano na área de acabamento e 15,76 kg/ano na área de impressão, e 683,53 kg/ano se for considerado a geração de EPIs de todos os setores analisados.

A retirada de equipamentos de proteção individual é registrada e controlada pela área de segurança e saúde do trabalho da empresa. Entretanto, percebe-se que a durabilidade dos EPIs depende do funcionário. A vida útil dos equipamentos de proteção individual pode ser prolongada com o cuidado e manuseio correto. Portanto, é possível minimizar a geração destes resíduos com a instrução e conscientização dos funcionários em relação à preservação dos EPIs e seu manuseio adequado. Além disso, em setores como Acabamento e Embalagem pode-se usar luvas de pano e não de látex, que apresentam maior durabilidade e podem ser reutilizadas após a lavagem. No setor de Acabamento cada funcionário utiliza quatro (4) pares de luvas de látex por dia, sendo que um par de luva de pano pode ser utilizado por vários dias e reutilizados após lavagem. Entretanto deve-se considerar os impactos causados pelos resíduos de lavagem dos panos.

As propostas apresentadas representam alternativas de minimização simples, que proporcionam resultados expressivos e não requerem alto investimento, apenas um grande trabalho de treinamento e conscientização dos funcionários.

4.6.6 Alternativa para Chapas de Alumínio

São gerados 664,58 kg/ano de chapas de alumínio no Setor 01- Pré-Impressão. Uma alternativa para minimização deste resíduo é a adequação do local de armazenamento, minimizando a oxidação das chapas e aumentando a vida útil. Outra sugestão, é reaproveitar as chapas de alumínio em diversas produções.

4.6.7 Alternativas para Malas de Impressão

As malas de impressão são usadas para *set-up* das máquinas *off-set*, para descarregar o excesso de tinta e na troca das pilhas de cartelas, tendo em vista que a alimentação dos equipamentos é descontínua e para lotes de produção com número de cartelas superior à alimentação de uma pilha, é necessário iniciar outra com as malas de impressão. Estes resíduos são reutilizados várias vezes dependendo da tinta, porém para algumas tintas não se consegue a reutilização das malas devido à alta densidade.

Para este resíduo é possível atuar com duas medidas de minimização simultaneamente. A primeira é a confecção de um caderno de *set-up* contendo as informações dos parâmetros da máquina para os principais produtos. Com esta alternativa, as quantidades de malas de impressão serão reduzidas, pois os principais ajustes já teriam sido efetuados e não seria necessário um número muito grande de malas de impressão para o *set-up*.

A segunda medida de minimização pode ser o ajuste da máquina para alimentação contínua, eliminando a geração deste resíduo nas trocas das pilhas. Esta é uma opção bastante interessante quando a produção de um lote exige várias pilhas de cartelas.

A empresa gera 10.848,40 kg/ano de malas de impressão e estima-se uma redução de 20% deste valor se as medidas de minimização acima fossem adotadas, considerando 15% com a alimentação contínua de apenas uma máquina *off-set* e 5% com a formulação do caderno de *set-up*. Implementando essas medidas, a empresa deixaria de gerar 2,17 ton resíduo/ano, com baixo investimento, pois trata-se de ajustes simples no equipamento e aplicação de procedimento de operação. Esta redução representa uma economia de R\$ 20.937,41 por ano para a empresa,

sem considerar o aumento do valor de venda do PVC reprocessado, como será citado no item 4.4.5.

4.6.8 Alternativas para Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs)

Os comportos orgânicos voláteis estão relacionados a emissões atmosféricas provenientes da evaporação de solventes usados na impressão. Em relação a estes resíduos, a empresa gera 630 kg/ano de VOCs.

A empresa solicita periodicamente a medição das substâncias gasosas orgânicas na saída da tubulação da chaminé para a atmosfera e no Setor 02 – Impressão para verificação do risco ocupacional. Sendo o último laudo de maio/2006 realizado por uma empresa terceirizada, não foi caracterizado risco ambiental e nem ocupacional através de análises quantitativas. A empresa terceirizada concluiu em seu relatório que a concentração de substâncias gasosas orgânicas medida não ultrapassaram o limite estabelecido pela legislação conforme PARANÁ (2002).

Com isso, tendo em vista que não foi caracterizado risco ambiental e nem ocupacional pela análise da empresa especializada e que não foi constatado nenhum desvio nos exames médicos periódicos nos funcionários, a aquisição de equipamentos para eliminação de VOCs não se justifica devido ao elevado custo de instalação e manutenção. Sendo assim, uma solução preferencial é a minimização da geração deste resíduo através da redução do consumo de solventes.

A empresa já realizou estudos para utilização de tintas de base aquosa entretanto não é possível o emprego destas tintas pois existe dificuldade de aderência ao plástico, interferindo na qualidade do produto.

A emprego de técnicas de boas práticas são alternativas para a minimização de VOCs, como por exemplo, utilizar apenas quantidades estritamente necessárias de solventes, restringindo o seu uso, utilizar o mesmo solvente para um maior número de aplicações, aplicar apenas o necessário de solvente no pano/estopa, manter os solventes em recipientes fechados e selecionar os solventes de menor toxicidade.

4.6.9 Alternativa para Rejeitos de Produção - Cartelas

Os rejeitos de produção - Cartelas são oriundos de diversos defeitos no processo de impressão. A empresa gera 2.791,88 kg/ano deste resíduo e a destinação final é o reprocessamento. Considerando os resíduos de PVC de todos os setores da empresa destinados ao reprocessamento, ou seja, classe de destinação 3D de acordo com CERCAL (2000), a quantidade total gerada aumenta para 78.777,56 kg/ano.

A empresa atua de várias maneiras para reduzir a geração de defeitos pois implica em custo e retrabalho.

Atualmente a empresa vende este material por 0,35 R\$/kg para uma recicladora de PVC. Em contato com outras três empresas compradoras do Estado de São Paulo, foi identificada uma faixa de venda de PVC de 0,35 R\$/kg – 0,50 R\$/kg. Entretanto, deve-se negociar para que o transporte seja pago pela empresa compradora.

Considerando um valor negociado de 0,45 R\$/kg e, não havendo despesa com o frete, o retorno da empresa com este resíduo passaria de R\$ 977,16 para R\$ 1.256,35 por ano. Esta alternativa torna-se mais significativa quando são analisados todos os resíduos destinados ao reprocessamento, sendo o total de 78.777,56 kg/ano, assim o retorno da empresa passaria de R\$ 27.572,15 com a venda do PVC por 0,35 R\$/kg para R\$ 35.449,80 por ano com a nova negociação para 0,45 R\$/kg.

4.6.10 Alternativa para Rejeitos de Produção da Laminação

A principal causa de rejeitos de produção da laminação é a presença de riscos nas cartelas devido à existência de chapas riscadas. Existem dois tipos de chapas, as foscas e as lisas. As chapas foscas são usadas para cartões com *CHIP* e as chapas lisas para cartões bancários que não serão inseridos *CHIP*. A máquina de laminação realiza a operação com um número determinado de chapas e, dependendo do número e tipo de produto a ser laminado, os operadores realizam as trocas das chapas. A probabilidade de apresentar riscos nas chapas é maior em função do manuseio constante de trocas de chapas.

Uma alternativa para suspender as trocas de chapas é a aquisição de um conjunto de equipamentos que separa as chapas foscas das lisas. Para isso seria necessário um investimento de, aproximadamente R\$ 103.000,00. Outra proposta seria eliminar o processo de laminação para alguns cartões com *CHIP*. Esta sugestão já foi aceita por alguns clientes tendo em vista que a qualidade do produto não seria comprometida, pois estes cartões não são manuseados com muita frequência pelos usuários.

A empresa gera 486,63 Kg/ano de rejeitos de produção da laminação, considerando a eliminação deste processo para os produtos com *CHIP*, estima-se, portanto, uma redução de 50% dos rejeitos, o equivalente a 243,31 kg/ano a menos de resíduos gerados e uma redução de custo de R\$16.947,00 por ano.

Deve-se considerar também a mesma alternativa proposta no item 4.4.5 - Alternativa para rejeitos de produção – Cartelas, pois trata-se de resíduo de PVC destinado ao reprocessamento.

5 CONCLUSÕES

O processo de produção de cartões pode ser otimizado com a aplicação das técnicas de minimização de resíduos, aprimorando a eficiência das atividades desenvolvidas, proporcionando redução de custos e tornando a empresa mais competitiva no mercado.

A ficha de caracterização de resíduos utilizada apresentou-se uma ferramenta adequada para a identificação dos resíduos e obtenção dos dados necessários para a aplicação no modelo matemático adotado.

As informações coletadas no levantamento de dados, proporcionaram o conhecimento dos resíduos gerados na empresa, possibilitando a formação de um inventário de resíduos, com a identificação dos resíduos, fontes geradoras, quantidades e destinação final. O inventário é de fundamental importância para a empresa pois possibilita o conhecimento geral das fontes poluidoras e dos resíduos gerados.

A metodologia de priorização de resíduos possibilitou uma boa avaliação dos resíduos gerados, tornando possível a classificação de forma coerente através dos três aspectos distintos: valor, risco e facilidade de minimização.

Caso a empresa adote as medidas de minimização propostas neste trabalho, seria evitada a geração de 2.686,59 kg/ano de resíduos, apenas considerando as alternativas em que foi possível estimar a quantidade de resíduos minimizados, o que resultaria em economia de, pelo menos, R\$ 45.041,25 por ano com a aplicação das medidas propostas.

Como a empresa estudada é uma empresa preocupada com o meio ambiente, a saúde e a segurança dos trabalhadores e com a otimização de seus processos, pois é certificada o Sistema de Gestão Integrado, e vem aplicando a melhoria contínua nos seus processos de maneira eficaz, torna-se ainda mais desafiador aplicar as técnicas de minimização, pois foi necessário aperfeiçoar a melhoria contínua já praticada.

Considerando os resultados obtidos, o emprego das técnicas de minimização de resíduos promove além do benefício econômico, a redução de riscos ao meio ambiente e à saúde dos trabalhadores.

Deste modo, o modelo matemático de priorização de resíduos adotado, apresentou uma ferramenta adequada para o levantamento, caracterização e hierarquização dos resíduos, tendo se mostrado importante para auxiliar na tomada de decisão para o Gerenciamento de Resíduos da empresa, visando a minimização dos resíduos.

SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para a realização de trabalhos futuros sugere-se:

- a) avaliar os resíduos gerados nos demais setores da empresa, como áreas administrativas, ambulatório, manutenção, sanitários, vestiários e demais dependências;
- b) avaliar a geração de resíduos durante procedimentos de trocas de produtos, paradas e início de produção;
- c) implantar as alternativas propostas e avaliar os resultados;
- d) efetuar e implantar alternativas de minimização para os resíduos não selecionados e avaliar os resultados;
- e) desenvolver projeto para aproveitamento da água de chuva;
- f) aplicar a metodologia de minimização de resíduos utilizada em outras indústrias gráficas de cartões plásticos para fins de comparação dos resultados;
- g) desenvolver *software* para o gerenciamento de resíduos, englobando o inventário de resíduos, a caracterização e a priorização dos mesmos baseado no modelo matemático de CERCAL (2000).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAUJO, A. F. **A Aplicação da Metodologia de Produção Mais Limpa**: estudo em uma empresa do setor de construção civil. Florianópolis, 2002. 120f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR ISO 9001: Sistemas de gestão da qualidade – Especificação e diretrizes para uso**. Rio de Janeiro, 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10004: Resíduos Sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 12235: Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos**. Rio de Janeiro, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR ISO 14001: Sistemas de gestão ambiental – Especificação e diretrizes para uso**. Rio de Janeiro, 2004.
- BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – BNDES. **Indústria gráfica**. São Paulo, 1997. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/conhecimento/relato/gráfica.pdf>> Acesso em 15 de março de 2006.
- BEACH, M.; KENLY, E. **Getting it printed**: How to work with printers and graphic imaging services to assure quality, stay on schedule and control costs. 3 ed., Ohio: How Design Books, 1998.
- BUREAU VERITAS DO BRASIL. **Auditorias internas de SGI: ISO 14001:2004/OHSAS 18001:1999**. 3 rev., São Paulo: SCS – Bureau Veritas do Brasil, 2005.
- CAGNO, E.; TRUCCO, P.; TARDINI, L. Cleaner production and profitability: analysis of 134 industrial pollution prevention (P2) project reports. **Journal of Cleaner Production**. USA, v. 13, n. 6, p. 593-605, may 2005.
- CAJAZEIRA, Jorge E. R. **ISO 14.001**: manual de implantação. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997.
- CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo**. 4. ed., São Paulo: Humanitas, 2003.
- CALLENBACH, Ernest et al. **Gerenciamento ecológico**: eco management. 3. ed. São Paulo: Cultrix, 2003.
- CAMARGO, A. Governança para o século 21. Separata de: TRIGUEIRO, A. **Meio ambiente no século 21**: 21 especialistas falam de questão ambiental nas suas áreas de conhecimento. Rio de Janeiro: Sextante, 2003. p. 307-331.
- CAPRA, F. Alfabetização ecológica: o desafio para educação do século 21. Separata de: TRIGUEIRO, A. **Meio ambiente no século 21**: 21 especialistas falam de questão ambiental nas suas áreas de conhecimento. Rio de Janeiro: Sextante, 2003. p. 18-33.
- CENDOFANTI, A. C. **Minimização de resíduos de uma fábrica de carvão ativado e de goma resina**. Curitiba, 2005. 92f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) – Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná.
- CERCAL, S. R. **Proposição de modelo matemático de seleção de prioridades de minimização de resíduos industriais**. Curitiba, 2000. 78f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Setor de Tecnologia Química, Universidade Federal do Paraná.

CHAPPLE, W.; PAUL, C. J. M.; HARRIS, R. Manufacturing and corporate environmental responsibility: cost implications of voluntary waste minimization. **Structural Change and Economic Dynamics**. USA, v. 16, n. 3, p. 347 a 373 , september 2005.

CHEHEBE, J. R.B. **Análise do ciclo de vida de produtos**: ferramenta gerencial da ISO 14000. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.104p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Manual para Implementação de um Programa de Prevenção à Poluição**. São Paulo, 2002. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Ambiente/prevenção_poluição/downloads.htm> Acesso em 10 de outubro de 2005.

CRITTENDEN, B.; KOLACZKOWSKI, S. **Waste Minimization**: a practical guide. Rugby: Ichem^E, 1995, 81p.

DONAIRE, D. **Gestão ambiental na empresa**. São Paulo: Atlas, 1999.

DUNN, R.F.; BUSH, G.E. Using process integration technology for cleaner production. **Journal of Cleaner Production**, USA, v. 9, n. 1, p. 1-23, february 2001.

EL-FADEL, M.; ZEINATI, M.; EL-JISR, K.; JAMALI, D. Industrial waste management in developing countries: the case of Lebanon. **Journal of Environmental Management**, USA, v. 61, n. 4, p. 281-300, april ,2001.

EPA. **Waste minimization opportunity assessment manual**. Ohio: ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1988, 96p.

EPA. **Guides to pollution prevention: the commercial printing industry**. Cincinnati: ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1990, 54p.

EPA. **Volatile organic compounds (VOC) recovery seminar**. Cincinnati: ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1998, 78p.

GHISELLINI, A.; THURSTON, D. L. Decision traps in ISO 14001 implementation process: case study from Illinois certified companies. **Journal of Cleaner Production**. USA, v. 13, n. 8, p. 763-777, June 2005.

GUTIERREZ-MARTIN, F.; HÜTTENHAIN, S. H. Environmental education: new paradigms and engineering syllabus. **Journal of Cleaner Production**. USA, v. 11, n. 3, p. 247-251, may 2003.

HARRINGTON, H. J; KNIGHT, A. **A implementação da ISO 14000**: como atualizar o SGA com eficácia. Tradução de: Fernanda Góes Barroso e Jerusa Gonçalves de Araújo. São Paulo: Atlas, 2001.

HENNINGSSON, S.; SMITH, A.; HYDE, K. Minimizing material flows and utility use to increase profitability in the food and drink industry. **Trends in food science & technology**, USA, v.12, n.12, p. 75-82, february 2001.

HOLT, C. P.; PHILLIPS, P. S.; BATES, M. P. Analysis of the role of waste minimization clubs in reducing industrial water demand in the UK. **Resources, Conservation and Recycling**. USA, v. 30, n. 3, p. 315-331, november 2000.

HOTI, S.; MCALEER, M.; PAUWELS, L. L. Modelling environmental risk. **Environmental Modelling & Software**. USA, v. 20, n. 10, p. 1289-1298, october 2005.

ILOMAKI, M.; MELANEN, M. Waste minimization in small and medium sized enterprises – do environmental management systems help? **Journal of Cleaner Production**, USA, v.9, n.3. p.209-217, junho 2001.

KRAUSE, G. Entrevista. **Revista CNI**, n. 303, out. 1997.

LEITE, B. Z. **Minimização de resíduos em uma indústria de alimentos na Região Metropolitana de Curitiba**. Curitiba, 2003. 174f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Setor de Tecnologia Química, Universidade Federal do Paraná.

LEITE, B. Z.; PAWLOWSKY, U. Metodologia de minimização de resíduos. **Brasil Alimentos**, São Paulo, ano III, n.º14, p. 31-36, julho, 2002.

LORA, E. E. S. **Prevenção e controle da poluição nos setores energéticos, industrial e de transporte**. 2. ed., Rio de Janeiro: Interciência, 2002.

MATOS, S.V.; SCHALCH, V. Alternativas de minimização de resíduos da indústria de fundição. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITÁRIA Y AMBIENTAL, 27., 2000, Porto Alegre. **Relação de Trabalhos**. Porto Alegre: ABES, 2000. p 1742 – 1753.

MELLOR, W.; WRIGTH, E.; CLIFT, R.; AZAPAGIC, A.; STEVENS, G. A mathematical model and decision-support framework for material recovery, recycling and cascade use. **Chemical Engineering Science**, USA, v. 57, n. 18, p. 3819-3830, september 2002.

MILES, M.P.; MUNILLA, L.S.; MCCLURG, T. The impact of ISO 14000 environmental management standards on small and medium sized enterprises. **Journal of Quality Management**, USA, v.4, n.1, p. 111-122, 1999.

MISRA, V.; PANDEY, S. D. Hazardous waste, impact on health and environment for development of better waste management strategies in future in India. **Environment International**, USA, v. 31, n. 3, p.417 - 431 , abril 2005.

MURTY, M. N.; KUMAR, S.; PAUL, M. Environmental regulation, productive efficiency and cost of pollution abatement: a case study of sugar industry in Índia. **Journal of Environmental Management**. USA, v. 79, n. 1, p. 1-9, abril 2006.

NEVERS, N. de. **Air pollution control engineering**. 2. ed. University of Utah: Mc Graw Hill, 2000.

OLIVEIRA FILHO, F. A. **Aplicação do conceito de produção limpa**: estudo em uma empresa metalúrgica do setor de transformação do alumínio. Florianópolis, 2001. 123f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY ASSESSMENT SERIES – OHSAS 18001. Especificação para sistemas de gestão de saúde e segurança, 1999.

PARANÁ, Resolução N° 041 de 2002. Define critérios para o Controle da Qualidade do Ar como um dos instrumentos básicos da gestão ambiental para proteção da saúde e bem estar da população e melhoria da qualidade de vida, com o objetivo de permitir o desenvolvimento econômico e social do Estado de forma ambientalmente segura.

RONDINELLI, D.; VASTAG, G. Panacea, common sense, or just a label? The value of ISO 14001 environmental management systems. **European Management Journal**. Great Britain, v. 18, n. 5, p. 499-510, October 2000.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Estado do Meio Ambiente; COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB; FEDERAÇÃO E CENTRO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – FIESP/CIESP; SINDICATO DAS INDÚSTRIAS GRÁFICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – SINDIGRAF. **Guia técnico ambiental da indústria gráfica**. São Paulo, 2003. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Ambiente/produção_limpa/documentos/guia_ambiental.pdf> Acesso em 23 de novembro de 2005.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL - SENAI. **Centro nacional de tecnologias limpas**. Porto Alegre, 2001. **Catálogo Oficial**. Porto Alegre, 2001.

SZERSZYNSKI, B. Wild times and domesticated times: the temporalities of environmental lifestyles and politics. **Landscape and Urban Planning**, v. 61, n. 2, p. 181-191, november 2002.

TIBOR, T.; FELDMAN, I. **ISO 14 000: um guia para as novas normas de gestão ambiental**. São Paulo: Futura, 1996, 302p.

TIMOFIECSYK, F do R. **Minimização de resíduos numa indústria de alimentos da região Metropolitana de Curitiba –PR**. Curitiba, 2001. 161f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Setor de Tecnologia Química, Universidade Federal do Paraná.

TSAI, W. T.; CHOU, Y. H. Government policies for encouraging industrial waste reuse and pollution prevention in Taiwan. **Journal of Cleaner Production**. USA, v. 12, n. 7, p. 725-736, september 2004.
VACHON, S.; KLASSEN, R. D. Green project partnership in the supply chain: the case of package printing industry. **Journal of Cleaner Production**. USA, v. 14, n. 6, 2006.

VALLE, C. E. do. **Como se preparar para as normas ISO14000: qualidade ambiental**. 3. ed. São Paulo: Pioneira, 2000.

VIGNESWARAN, S.; JEGATHEESAN, V.; VISVANATHAN, C. Industrial waste minimization initiatives in Thailand: concepts, examples and pilot scale trials. **Journal of Cleaner Production**. USA, v. 7, n. 1, p. 43-47, february 1999.

VILHENA, A.; POLITI, E. **Reduzindo, reutilizando, reciclando: a indústria eco eficiente**. São Paulo: SENAI, 2000.

VON SPERLING, M. **Lodos ativados**. Belo Horizonte: Departamento de engenharia sanitária e ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais, 1997.

ZBONTAR, L.; GLAVIC, P. Total site: wastewater minimization wastewater reuse and regeneration reuse. **Resources, Conservation and Recycling**, USA, v. 30, n. 4, p. 261-275, november 2000.

ANEXO 01

ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE LODO

Características do Efluente

- Efluente Bruto Sanitário
 Número de Funcionários : 230
 Contribuição per capita diária: 70 litros
 S_1 : $DBO_5 = 300 \text{ mg/l}$, de acordo com (VON SPERLING, 1997)
- Efluente Bruto Industrial (dados obtidos com a empresa)
 S_2 : $DBO_5 = 201 \text{ mg/l}$
 Q_2 : Vazão diária = $0,26 \text{ m}^3$

Cálculo da Vazão Diária do Efluente Bruto Sanitário (Q_1)

Q_1 = número de funcionários * contribuição per capita

$$Q_1 = 230 * 70$$

$$Q_1 = 16.100 \text{ litros} \rightarrow 16,10 \text{ m}^3$$

Cálculo da Vazão Diária Total (Efluente Sanitário + Efluente Industrial) (Q_{Total})

$$Q_{\text{Total}} = Q_1 + Q_2$$

$$Q_{\text{Total}} = 16,10 + 0,26$$

$$Q_{\text{Total}} = 16,36 \text{ m}^3$$

Cálculo da DBO_5 média (S_0)

$$S_0 = \frac{(S_1 * Q_1 + S_2 * Q_2)}{Q_1 + Q_2}$$

$$S_0 = \frac{(300 * 16,10 + 201 * 0,26)}{16,10 + 0,26}$$

$$S_0 = 298,43 \text{ mg / l}$$

Características do Sistema de Tratamento de Efluentes – Aeração Prolongada

Dados estimados considerando os valores médios para sistemas de tratamento biológico por lodos ativados tipo Aeração Prolongada

Parâmetro	Faixa para Projeto	Valor Admitido
Idade do Lodo (θ)	18 a 30 dias	20 dias
Fator f = Alimento/ microorganismo (A/M)	0,08 a 0,15 kg DBO ₅ /kg SSV *dia	0,08 DBO ₅ /kg SSV *dia
Teor de Sólidos Voláteis no tanque de aeração (X)	2500 a 4000 mg/l	3500 mg/l
Concentração de sólidos suspensos na recirculação (X_r)	8.000 a 12.000 mg/l	8.000 mg/l

Fonte: Adaptado de SPERLING ,1997

Cálculo do volume do tanque de aeração (V)

$$V = \frac{S_0 * Q_{Total}}{f * X} \text{ (Adaptado de SPERLING ,1997)}$$

$$V = \frac{298,43 * 16,36}{0,08 * 3500}$$

$$V = 17,44 m^3$$

Volume admitido para o Tanque de Aeração (V) : 29,4 m³

Cálculo do descarte de lodo (ΔX)

$$\Delta X = \frac{X * V}{\theta} \text{ (Adaptado de SPERLING ,1997)}$$

$$\Delta X = \frac{3500 * 29,4}{20}$$

$$\Delta X = 5.145 g / dia \rightarrow 5,1 kg / dia$$

Cálculo do volume de lodo a ser descartado por dia (ΔV)

$$\Delta V = \frac{\Delta X}{X_r} \text{ (Adaptado de SPERLING ,1997)}$$

$$\Delta V = \frac{5,1}{8}$$

$$\Delta V = 637,5 l / dia \rightarrow 0,63 m^3 / dia$$

ANEXO 02

ANEXO 02					
FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUO					
DESCRIÇÃO DO RESÍDUO					
Código:	CP 01	Resíduo:	Papel Comum		
Local de Geração:	Geração do Layout e Impressão de Amostra Padrão				
Área:	Pré- Impressão				
Tipo:	(X) sólido () líquido () gasoso				
ANÁLISE POR VALOR					
Quantidade gerada (W_{Total}):	6,00	Unidade:	Kg/ano		
Forma de Coleta:	Manual				
Composição básica:	Papel A4 Comum				
Relação com o processo (Ω):	(X) intrínseco () semi-intrínseco () extrínseco				
Fator de Constância (K_{jk}):	() fixo (X) semi-fixo () variável				
CLASSE DE DESTINAÇÃO:					
Natureza da destinação/beneficiamento/função			Localidade do destino final		
() reutilização direta/função original			() na fonte		
() reutilização direta/função diferente da original			() outro equipamento		
() reutilização com beneficiamento/função original			() outra unidade produtiva		
(X) reutilização com beneficiamento/função diferente da original			(X) outra fábrica		
() disposição final adequada			() outra fábrica/beneficiado onde gerado		
() disposição final inadequada					
() resíduo sem destinação final definida					
Identificação da Classe:	4D		Base do IPHMR (ξ_B):	+ 0,20	
Valor Unitário ($\$^+_i$):	R\$ 0,00		Alteração perc. admissível p/ $\$^+(\Delta S^+_i)$:	0,50	
CUSTO UNITÁRIO PARA:					
Beneficiamento ($\$_{Bhik}^-$):		R\$ 0,00			
Tratamento e Disposição ($\$_{TDhik}^-$):		R\$ 0,00			
Transporte ($\$_{Thik}^-$):		R\$ 0,00			
Geração e Permanência ($\$_{GPhik}^-$):		R\$ 1,29			
Retorno obtido ($\$_{Rhik}^+$):		R\$ 0,25			
ANÁLISE POR RISCOS					
Existem dados relacionados à geração e destinações?			(X) SIM () NÃO		
Ocorreram danos à saúde humana?			() JÁ OCORREU () EM POTENCIAL (X) ISENTO		
Ocorreram reclamações de moradores vizinhos?			() JÁ OCORREU () EM POTENCIAL (X) ISENTO		
Ocorreram penalidades aplicadas?			() JÁ OCORREU () EM POTENCIAL (X) ISENTO		
PERICULOSIDADE (π):			() PERIGOSO () NÃO INERTE (X) INERTE		

ANÁLISE POR FACILIDADE DE MINIMIZAÇÃO							
Para minimização deste resíduo será necessário:							
	Parar equipamento?			() SIM	(X) NÃO		
	Parar processo?			() SIM	(X) NÃO		
	Parar unidade?			() SIM	(X) NÃO		
	Modificar equipamento?			() SIM	(X) NÃO		
	Modificar processo?			() SIM	(X) NÃO		
	Modificar unidade?			() SIM	(X) NÃO		
	Implantar equipamento?			() SIM	(X) NÃO		
	Implantar processo?			() SIM	(X) NÃO		
	Implantar unidade?			() SIM	(X) NÃO		
	Tecnologia disponível?			(X) SIM	() NÃO		
	Mão-de-obra disponível?			(X) SIM	() NÃO		
	Recursos disponíveis?			(X) SIM	() NÃO		
CUSTO PARA MINIMIZAÇÃO (CM _{ik}):				() muito alto	() alto	() baixo	(X) muito baixo
SUGESTÕES DE MINIMIZAÇÃO:							
Reutilizar os dois lados, quando possível							
Visualizar as telas antes de imprimir e imprimir apenas o necessário							
Criar um grupo de papéis para rascunho							
Criar controle web de dados eletrônicos							
OBSERVAÇÕES:							
Respondido por:		Funcionário X		Data: 10/01/2006			

ANEXO 03

TABELA – DESTINAÇÕES FINAIS DOS RESÍDUOS IDENTIFICADOS

continua

Código	Destinação Final
CP01	Reciclagem
CP02	Recarga
CP03	Reprocessamento
CP04	Reciclagem
CP05	Reciclagem
CP06	Estação de tratamento de efluentes de terceiros
CP07	Reprocessamento
CP08	Co-processamento
CP09	Co-processamento
CP10	Reciclagem
CP11	Estação de tratamento de efluentes de terceiros
CP12	Reciclagem
CP13	Reciclagem
CP14	Reciclagem
CP15	Co-processamento
CP16	Reciclagem
CP17	Co-processamento
CP18	Reciclagem
CP19	Estação de tratamento de efluentes de terceiros
CP20	Estação de tratamento de efluentes da empresa
CP21	Co-processamento
CP22	Co-processamento
CP23	Co-processamento
CP24	Co-processamento
CP25	Co-processamento
CP26	Reprocessamento
CP27	Co-processamento
CP28	Co-processamento
CP29	Co-processamento
CP30	Co-processamento
CP31	Estação de tratamento de efluentes da empresa
CP32	Co-processamento
I33	Reprocessamento
I34	Co-processamento
I35	Retornável ao fornecedor
I36	Reciclagem
I37	Co-processamento
I38	Reciclagem
I39	Estação de tratamento de efluentes da empresa
I40	Co-processamento
I41	Co-processamento
I42	Co-processamento
I43	Estação de tratamento de efluentes da empresa
I44	Co-processamento
I45	Co-processamento
I46	Atmosfera
I47	Co-processamento
I48	Reprocessamento
I49	Co-processamento
I50	Co-processamento
I51	Reciclagem
I52	Co-processamento

continuação

Código	Destinação Final
I53	Reprocessamento
I54	Co-processamento
I55	Estação de tratamento de efluentes da empresa
I56	Co-processamento
I57	Reciclagem
ACB58	Reprocessamento
ACB59	Reprocessamento
ACB60	Reciclagem
ACB61	Reprocessamento
ACB62	Co-processamento
ACB63	Co-processamento
ACB64	Co-processamento
ACB65	Co-processamento
ACB66	Co-processamento
ACB67	Estação de tratamento de efluentes da empresa
ACB68	Co-processamento
ACB69	Co-processamento
ACB70	Reciclagem
ACB71	Reciclagem
ACB72	Co-processamento
CHP73	Venda
CHP74	Reprocessamento
CHP75	Reciclagem
CHP76	Co-processamento
CHP77	Co-processamento
CHP78	Co-processamento
CHP79	Reprocessamento
CHP80	Co-processamento
CHP81	Co-processamento
CHP82	Co-processamento
CHP83	Co-processamento
CHP84	Reciclagem
CHP85	Co-processamento
CHP86	Co-processamento
CHP87	Estação de tratamento de efluentes da empresa
CHP88	Co-processamento
CHP89	Co-processamento
EMB90	Reprocessamento
EMB91	Reciclagem
EMB92	Reciclagem
EMB93	Reciclagem
EMB94	Co-processamento
EMB95	Co-processamento
EMB96	Co-processamento
EMB97	Reciclagem
EMB98	Reciclagem
EMB99	Co-processamento
EMB100	Co-processamento
EMB101	Estação de tratamento de efluentes da empresa
EMB102	Co-processamento
EMB103	Co-processamento
ALM104	Reciclagem
ALM105	Reciclagem

		conclusão
Código	Destinação Final	
ALM106	Co-processamento	
ALM107	Reciclagem	
ALM108	Reciclagem	
ALM109	Reciclagem	
ALM110	Reciclagem	
ALM111	Reciclagem	
ALM112	Estação de tratamento de efluentes da empresa	
ALM113	Co-processamento	
ETE 114	Retornável ao fornecedor	
ETE 115	Retornável ao fornecedor	
ETE 116	Retornável ao fornecedor	
ETE 117	Reciclagem	
ETE 118	Retornável ao fornecedor	
ETE 119	Doação	

ANEXO 04

TABELA – ANÁLISE POR VALOR - CARACTERIZAÇÃO E PARÂMETROS

continua						
Código	Relação com o Processo (Ω)	Constância de Geração (K_{jk})	Valor substancial do resíduo ($\Delta S_i\%$)	Classe de Destinação	ξ_B	W_{TOTAL} (kg/ano)
CP01	0,8	1	0,50	4D	0,20	6,00
CP02	0,8	1,1	1,0	3D	0,72	4,30
CP03	0,8	0,9	0,5	3D	0,72	32,82
CP04	1	1,1	0,5	4D	0,20	2,57
CP05	1	1,1	0,5	4D	0,20	8,07
CP06	0,8	1,1	2,0	4D	0,20	4,80
CP07	1	0,9	0,5	3D	0,72	58,76
CP08	1	1,1	1,0	5A	-0,20	13,67
CP09	0,8	1,1	1,0	5A	-0,20	0,05
CP10	0,8	1,1	0,5	4D	0,20	0,05
CP11	0,8	1,1	2,0	4D	0,20	1,50
CP12	1	0,9	0,5	4D	0,20	664,58
CP13	1	0,9	0,5	4D	0,20	69,75
CP14	1	0,9	0,5	4D	0,20	0,32
CP15	0,8	1,1	1,0	5A	-0,20	0,04
CP16	0,8	1,1	0,5	4D	0,20	0,04
CP17	1	1,1	1,0	5A	-0,20	89,93
CP18	1	0,9	0,5	4D	0,20	26,48
CP19	0,8	1,1	2,0	4D	0,20	3,00
CP20	0,8	1,1	2,0	5B	-0,40	22,12
CP21	1,2	0,9	1,0	5A	-0,20	1,08
CP22	1	1,1	1,0	5A	-0,20	144,00
CP23	1	1,1	1,0	5A	-0,20	300,00
CP24	1	1	1,0	5A	-0,20	129,48
CP25	1,2	0,9	1,0	5A	-0,20	215,23
CP26	1,2	0,9	1,0	3D	0,72	0,21
CP27	0,8	1,1	1,0	5A	-0,20	17,28
CP28	1,2	0,9	1,0	5A	-0,20	0,19
CP29	1,2	0,9	0,5	5A	-0,20	3,11
CP30	1,2	0,9	0,5	5A	-0,20	0,73
CP31	0,8	1,1	2,0	5B	-0,40	0,60
CP32	1,2	1	0,5	5A	-0,20	4,89
I33	0,8	1	1,0	3D	0,72	10.848,40
I34	0,8	1,1	1,0	5A	-0,20	161,95
I35	0,8	1,1	1,0	1D	0,92	54,23
I36	0,8	1	0,5	4D	0,20	10,48
I37	0,8	0,9	1,0	5A	-0,20	25,27
I38	1	1,1	0,5	4D	0,20	36,00
I39	0,8	0,9	2,0	5B	-0,40	4,80
I40	0,8	1	1,0	5A	-0,20	13,45
I41	0,8	0,9	1,0	5A	-0,20	0,18
I42	0,8	0,9	1,0	5A	-0,20	3,19
I43	0,8	0,9	2,0	5B	-0,40	0,54
I44	0,8	0,9	0,5	5A	-0,20	10,32
I45	0,8	1,1	1,0	5A	-0,20	14,37
I46	0,8	1,1	2,0	6B	-1,20	630,00
I47	0,8	0,9	1,0	5A	-0,20	2.690,40

continuação

Código	Relação com o Processo (Ω)	Constância de Geração (K_{JK})	Valor substantial do resíduo ($\Delta S_i\%$)	Classe de Destinação	ξ_B	W_{TOTAL} (kg/ano)
I48	0,8	1,1	1,0	3D	0,72	2.791,88
I49	1,2	0,9	1,0	5A	-0,20	149,60
I50	1	0,9	1,0	5A	-0,20	347,95
I51	1	1,1	0,5	4D	0,20	30,02
I52	0,8	1	0,5	5A	-0,20	3,41
I53	0,8	1,1	1,0	3D	0,72	486,63
I54	1,2	0,9	0,5	5A	-0,20	7,26
I55	0,8	1	2,0	5B	-0,40	63,36
I56	1,2	1	0,5	5A	-0,20	15,76
I57	1,2	0,9	0,5	4D	0,20	20,50
ACB58	0,8	1,1	1,0	3D	0,72	50.151,00
ACB59	0,8	1,1	1,0	3D	0,72	3.072,00
ACB60	0,8	0,9	0,5	4D	0,20	0,02
ACB61	0,8	1,1	1,0	3D	0,72	7.773,91
ACB62	0,8	1,1	1,0	5A	-0,20	258,12
ACB63	0,8	1,1	1,0	5A	-0,20	42,84
ACB64	0,8	0,9	1,0	5A	-0,20	0,08
ACB65	0,8	1,1	0,5	5A	-0,20	312,00
ACB66	1,2	0,9	0,5	5A	-0,20	2,90
ACB67	0,8	0,9	2,0	5B	-0,40	0,09
ACB68	1,2	0,9	0,5	5A	-0,20	94,70
ACB69	1,2	1	0,5	5A	-0,20	468,49
ACB70	1,2	0,9	0,5	4D	0,20	36,00
ACB71	1,2	0,9	0,5	4D	0,20	12,00
ACB72	0,8	1,1	0,5	5A	-0,20	12,00
CHP73	1	1,1	0,5	4D	0,20	615,20
CHP74	1	0,9	0,5	3D	0,72	2.783,58
CHP75	1	1,1	0,5	4D	0,20	46,41
CHP76	0,8	1	1,0	5A	-0,20	0,09
CHP77	1	1,1	1,0	5A	-0,20	22,46
CHP78	1,2	1	1,0	5A	-0,20	48,24
CHP79	0,8	1,1	1,0	3D	0,72	144,07
CHP80	0,8	0,9	1,0	5A	-0,20	189,40
CHP81	0,8	0,9	1,0	5A	-0,20	0,07
CHP82	0,8	1,1	1,0	5A	-0,20	37,20
CHP83	0,8	1,1	0,5	5A	-0,20	38,46
CHP84	1,2	1	0,5	4D	0,20	7,20
CHP85	1	1,1	0,5	5A	-0,20	118,80
CHP86	1,2	0,9	0,5	5A	-0,20	2,91
CHP87	0,8	0,9	2,0	5B	-0,40	0,08
CHP88	1,2	0,9	0,5	5A	-0,20	94,72
CHP89	1,2	1	0,5	5A	-0,20	49,49
EMB90	1	0,9	0,5	3D	0,72	630,00
EMB91	1	0,9	0,5	4D	0,20	15,00
EMB92	1	0,9	0,5	4D	0,20	6,30
EMB93	1,2	0,9	0,5	4D	0,20	202,20
EMB94	0,8	1,1	1,0	5A	-0,20	245,52
EMB95	0,8	1,1	1,0	5A	-0,20	0,05

						conclusão
Código	Relação com o Processo (Ω)	Constância de Geração (K_{JK})	Valor substancial do resíduo ($\Delta S_i\%$)	Classe de Destinação	ξ_B	W_{TOTAL} (kg/ano)
EMB96	0,8	1,1	0,5	5A	-0,20	84,79
EMB97	0,8	1,1	0,5	4D	0,20	50,85
EMB98	1	0,9	0,5	4D	0,20	24,00
EMB99	0,8	1	1,0	5A	-0,20	99,00
EMB100	1,2	0,9	0,5	5A	-0,20	3,63
EMB101	1,2	1	2,0	5B	-0,40	0,72
EMB102	1,2	1	1,0	5A	-0,20	63,87
EMB103	1,2	1	0,5	5A	-0,20	144,90
ALM104	1	1,1	0,5	4D	0,20	2.750,40
ALM105	1	1,1	0,5	4D	0,20	120,00
ALM106	1	1,1	0,5	5A	-0,20	48,00
ALM107	1	1,1	0,5	4D	0,20	625,39
ALM108	1	0,9	0,5	4D	0,20	6,00
ALM109	0,8	1,1	0,5	4D	0,20	2.358,00
ALM110	1,2	0,9	0,5	4D	0,20	168,00
ALM111	1,2	0,9	0,5	4D	0,20	210,00
ALM112	1,2	1	2,0	5B	-0,40	1,34
ALM113	1,2	1	0,5	5A	-0,20	24,59
ETE 114	1,2	1,1	0,5	1D	0,92	27,00
ETE 115	1,2	1,1	0,5	1D	0,92	60,00
ETE 116	1,2	1,1	0,5	1D	0,92	3,00
ETE 117	1,2	1,1	0,5	4D	0,20	2,79
ETE 118	1,2	1,1	0,5	1D	0,92	24,84
ETE 119	1,2	1,1	2,0	5A	-0,20	0,17

ANEXO 05

TABELA – ANÁLISE POR VALOR – RESULTADOS

							continua
Código	(K*Ω)	ξ	δ ⁺	δ ⁻	\$	\$ _{Total}	ORDEM
CP01	0,80	0,10	1,38	0,72	-0,75	-4,49	100
CP02	0,88	0,72	1,95	0,25	-32,15	-138,11	61
CP03	0,72	0,36	1,89	0,46	-46,84	-1.537,36	36
CP04	1,10	0,10	1,00	0,99	-1,98	-5,08	98
CP05	1,10	0,10	1,00	0,99	-1,73	-13,98	85
CP06	0,88	0,40	1,59	0,53	-2,61	-12,55	88
CP07	0,90	0,36	1,51	0,58	-61,93	-3.638,49	22
CP08	1,10	-0,20	0,73	1,32	-8,33	-113,85	63
CP09	0,88	-0,20	0,91	1,06	-17,22	-0,86	107
CP10	0,88	0,10	1,25	0,79	-6,34	-0,32	114
CP11	0,88	0,40	1,59	0,53	-2,61	-3,92	102
CP12	0,90	0,10	1,22	0,81	-12,96	-8.612,93	9
CP13	0,90	0,10	1,22	0,81	-1,42	-98,87	64
CP14	0,90	0,10	1,22	0,81	-12,96	-4,10	101
CP15	0,88	-0,20	0,91	1,06	-17,22	-0,75	108
CP16	0,88	0,10	1,25	0,79	-6,34	-0,27	115
CP17	1,10	-0,20	0,73	1,32	-28,92	-2.600,83	29
CP18	0,90	0,10	1,22	0,81	-1,42	-37,54	78
CP19	0,88	0,40	1,59	0,53	-2,61	-7,84	94
CP20	0,88	-0,80	0,23	1,58	-5,59	-123,58	62
CP21	1,08	-0,20	0,74	1,30	-21,14	-22,83	83
CP22	1,10	-0,20	0,73	1,32	-28,92	-4.164,65	21
CP23	1,10	-0,20	0,73	1,32	-25,49	-7.646,76	13
CP24	1,00	-0,20	0,80	1,20	-91,57	-11.856,74	7
CP25	1,08	-0,20	0,74	1,30	-5,59	-1.202,23	39
CP26	1,08	0,72	1,59	0,30	-2,92	-0,62	109
CP27	0,88	-0,20	0,91	1,06	-3,50	-60,40	72
CP28	1,08	-0,20	0,74	1,30	-27,62	-5,36	97
CP29	1,08	-0,10	0,83	1,19	-7,57	-23,56	82
CP30	1,08	-0,10	0,83	1,19	-13,44	-9,75	92
CP31	0,88	-0,80	0,23	1,58	-5,59	-3,35	105
CP32	1,20	-0,10	0,75	1,32	-14,93	-73,04	70
I33	0,80	0,72	2,15	0,22	-2,16	-23.449,89	5
I34	0,88	-0,20	0,91	1,06	-131,16	-21.240,85	6
I35	0,88	0,92	2,18	0,07	-1,41	-76,36	69
I36	0,80	0,10	1,38	0,72	-1,26	-13,21	87
I37	0,72	-0,20	1,11	0,86	-9,77	-246,91	55
I38	1,10	0,10	1,00	0,99	-15,84	-570,24	45
I39	0,72	-0,80	0,28	1,30	-17,53	-84,15	68
I40	0,80	-0,20	1,00	0,96	-4,14	-55,66	73
I41	0,72	-0,20	1,11	0,86	-2,86	-0,52	110
I42	0,72	-0,20	1,11	0,86	-54,12	-172,83	59
I43	0,72	-0,80	0,28	1,30	-4,57	-2,47	106
I44	0,72	-0,10	1,25	0,79	-2,62	-27,04	81
I45	0,88	-0,20	0,91	1,06	-156,06	-2.243,26	31
I46	0,88	-2,40	-1,59	2,99	-74,80	-47.124,00	3
I47	0,72	-0,20	1,11	0,86	-3,72	-10.018,62	8
I48	0,88	0,72	1,95	0,25	-11,00	-30.715,64	4
I49	1,08	-0,20	0,74	1,30	-28,40	-4.248,06	20
I50	0,90	-0,20	0,89	1,08	-23,66	-8.233,47	11
I51	1,10	0,10	1,00	0,99	-1,73	-52,02	74
I52	0,80	-0,10	1,13	0,88	-18,75	-64,03	71
I53	0,88	0,72	1,95	0,25	-17,16	-8.351,49	10
I54	1,08	-0,10	0,83	1,19	-13,44	-97,53	65

continuação

Código	(K*Ω)	ξ	δ ⁺	δ ⁻	\$	\$ _{Total}	ORDEM
I55	0,80	-0,80	0,25	1,44	-5,08	-321,80	51
I56	1,20	-0,10	0,75	1,32	-14,93	-235,30	56
I57	1,08	0,10	1,02	0,97	-1,01	-20,68	84
ACB58	0,88	0,72	1,95	0,25	-2,38	-119.247,04	1
ACB59	0,88	0,72	1,95	0,25	-2,38	-7.304,48	14
ACB60	0,72	0,10	1,53	0,65	-1,94	-0,05	119
ACB61	0,88	0,72	1,95	0,25	-9,77	-75.949,25	2
ACB62	0,88	-0,20	0,91	1,06	-11,94	-3.082,82	25
ACB63	0,88	-0,20	0,91	1,06	-54,18	-2.321,22	30
ACB64	0,72	-0,20	1,11	0,86	-2,00	-0,16	117
ACB65	0,88	-0,10	1,02	0,97	-10,95	-3.415,80	24
ACB66	1,08	-0,10	0,83	1,19	-13,44	-39,01	77
ACB67	0,72	-0,80	0,28	1,30	-4,57	-0,41	112
ACB68	1,08	-0,10	0,83	1,19	-5,12	-484,90	48
ACB69	1,20	-0,10	0,75	1,32	-14,93	-6.994,21	15
ACB70	1,08	0,10	1,02	0,97	-14,06	-505,98	46
ACB71	1,08	0,10	1,02	0,97	-1,01	-12,11	90
ACB72	0,88	-0,10	1,02	0,97	-25,47	-305,62	52
CHP73	1,10	0,10	1,00	0,99	-9,90	-6.090,53	16
CHP74	0,90	0,36	1,51	0,58	-1,53	-4.248,85	19
CHP75	1,10	0,10	1,00	0,99	-1,98	-91,89	67
CHP76	0,80	-0,20	1,00	0,96	-137,33	-12,36	89
CHP77	1,10	-0,20	0,73	1,32	-39,15	-879,49	41
CHP78	1,20	-0,20	0,67	1,44	-31,55	-1.521,99	37
CHP79	0,88	0,72	1,95	0,25	-55,85	-8.045,73	12
CHP80	0,72	-0,20	1,11	0,86	-3,72	-705,31	43
CHP81	0,72	-0,20	1,11	0,86	-2,00	-0,14	118
CHP82	0,88	-0,20	0,91	1,06	-11,94	-444,29	49
CHP83	0,88	-0,10	1,02	0,97	-25,47	-979,50	40
CHP84	1,20	0,10	0,92	1,08	-0,81	-5,83	95
CHP85	1,10	-0,10	0,82	1,21	-38,94	-4.625,81	18
CHP86	1,08	-0,10	0,83	1,19	-13,44	-39,10	76
CHP87	0,72	-0,80	0,28	1,30	-4,57	-0,37	113
CHP88	1,08	-0,10	0,83	1,19	-5,12	-484,99	47
CHP89	1,20	-0,10	0,75	1,32	-14,93	-738,91	42
EMB90	0,90	0,36	1,51	0,58	-9,40	-5.922,20	17
EMB91	0,90	0,10	1,22	0,81	-6,28	-94,16	66
EMB92	0,90	0,10	1,22	0,81	-48,40	-304,90	53
EMB93	1,08	0,10	1,02	0,97	-14,06	-2.841,95	28
EMB94	0,88	-0,20	0,91	1,06	-11,94	-2.932,33	26
EMB95	0,88	-0,20	0,91	1,06	-3,50	-0,19	116
EMB96	0,88	-0,10	1,02	0,97	-25,47	-2.159,45	33
EMB97	0,88	0,10	1,25	0,79	-0,59	-30,20	80
EMB98	0,90	0,10	1,22	0,81	-119,27	-2.862,54	27
EMB99	0,80	-0,20	1,00	0,96	-34,86	-3.450,90	23
EMB100	1,08	-0,10	0,83	1,19	-13,44	-48,77	75
EMB101	1,20	-0,80	0,17	2,16	-7,62	-5,49	96
EMB102	1,20	-0,20	0,67	1,44	-6,21	-396,40	50
EMB103	1,20	-0,10	0,75	1,32	-14,93	-2.163,19	32
ALM104	1,10	0,10	1,00	0,99	-0,74	-2.042,17	34
ALM105	1,10	0,10	1,00	0,99	-5,16	-618,95	44
ALM106	1,10	-0,10	0,82	1,21	-4,01	-192,24	58
ALM107	1,10	0,10	1,00	0,99	-2,52	-1.578,80	35
ALM108	0,90	0,10	1,22	0,81	-5,09	-30,57	79
ALM109	0,88	0,10	1,25	0,79	-0,59	-1.400,65	38

							conclusão
Código	(K*Ω)	ξ	δ ⁺	δ ⁻	\$	\$ _{Total}	ORDEM
ALM110	1,08	0,10	1,02	0,97	-1,66	-279,24	54
ALM111	1,08	0,10	1,02	0,97	-1,01	-211,88	57
ALM112	1,20	-0,80	0,17	2,16	-7,62	-10,21	91
ALM113	1,20	-0,10	0,75	1,32	-5,69	-139,90	60
ETE 114	1,32	0,46	1,11	0,71	-0,14	-3,85	103
ETE 115	1,32	0,46	1,11	0,71	-0,14	-8,55	93
ETE 116	1,32	0,46	1,11	0,71	-0,14	-0,43	111
ETE 117	1,32	0,10	0,83	1,19	-4,75	-13,25	86
ETE 118	1,32	0,46	1,11	0,71	-0,14	-3,54	104
ETE 119	1,32	-0,40	0,45	1,85	-27,72	-4,61	99

ANEXO 06

TABELA – ANÁLISE POR RISCOS – CARACTERIZAÇÃO E RESULTADOS

continua

Código	Existem dados?	Danos à saúde?	Reclamações ?	Penalizações ?	Π	ΣQ_{jk}	R	ORDEM
CP01	SIM	0	0	0	3	0	0	104
CP02	SIM	0	0	0	1	0	0	73
CP03	SIM	0	0	0	2	0	0	53
CP04	SIM	0	0	0	3	0	0	103
CP05	SIM	0	0	0	3	0	0	94
CP06	SIM	0	0	1	1	1	1	22
CP07	SIM	0	0	0	2	0	0	40
CP08	SIM	0	0	0	1	0	0	74
CP09	SIM	0	0	0	1	0	0	108
CP10	SIM	0	0	0	2	0	0	114
CP11	SIM	0	0	1	1	1	1	24
CP12	SIM	0	0	0	3	0	0	31
CP13	SIM	0	0	0	3	0	0	75
CP14	SIM	0	0	0	3	0	0	105
CP15	SIM	0	0	0	1	0	0	109
CP16	SIM	0	0	0	2	0	0	115
CP17	SIM	4	0	1	1	5	5	4
CP18	SIM	0	0	0	3	0	0	87
CP19	SIM	0	0	1	1	1	1	23
CP20	SIM	0	0	1	1	1	1	20
CP21	SIM	0	0	0	2	0	0	92
CP22	SIM	4	0	0	1	4	4	9
CP23	SIM	4	0	0	1	4	4	8
CP24	SIM	4	0	0	1	4	4	6
CP25	SIM	4	0	0	1	4	4	10
CP26	SIM	0	0	0	2	0	0	110
CP27	SIM	0	0	0	2	0	0	82
CP28	SIM	0	0	0	2	0	0	102
CP29	SIM	0	0	0	2	0	0	91
CP30	SIM	0	0	0	2	0	0	99
CP31	SIM	0	0	0	2	0	0	106
CP32	SIM	0	0	0	2	0	0	80
I33	SIM	0	0	0	2	0	0	29
I34	SIM	0	0	0	1	0	0	30
I35	SIM	0	0	0	1	0	0	79
I36	SIM	0	0	0	3	0	0	96
I37	SIM	0	0	0	1	0	0	68
I38	SIM	0	0	0	3	0	0	59
I39	SIM	0	0	1	1	1	1	21
I40	SIM	4	0	0	1	4	4	13
I41	SIM	0	0	0	2	0	0	111
I42	SIM	4	0	0	1	4	4	12
I43	SIM	0	0	0	2	0	0	107
I44	SIM	0	0	0	2	0	0	90
I45	SIM	0	0	0	1	0	0	48
I46	SIM	4	0	0	1	5	5	1
I47	SIM	4	0	0	1	4	4	7
I48	SIM	0	0	0	2	0	0	28
I49	SIM	4	0	1	1	5	5	3
I50	SIM	4	0	1	1	5	5	2
I51	SIM	0	0	0	3	0	0	83

continuação								
Código	Existem dados?	Danos à saúde?	Reclamações ?	Penalizações ?	Π	ΣQ_{jk}	R	ORDEM
I52	SIM	0	0	0	2	0	0	81
I53	SIM	0	0	0	2	0	0	32
I54	SIM	0	0	0	2	0	0	76
I55	SIM	0	0	1	2	1	0,5	25
I56	SIM	0	0	0	2	0	0	69
I57	SIM	0	0	0	3	0	0	93
ACB58	SIM	0	0	0	2	0	0	26
ACB59	SIM	0	0	0	2	0	0	34
ACB60	SIM	0	0	0	2	0	0	119
ACB61	SIM	0	0	0	2	0	0	27
ACB62	SIM	0	0	0	2	0	0	43
ACB63	SIM	0	0	0	2	0	0	47
ACB64	SIM	0	0	0	2	0	0	117
ACB65	SIM	0	0	0	2	0	0	42
ACB66	SIM	0	0	0	2	0	0	86
ACB67	SIM	0	0	0	2	0	0	112
ACB68	SIM	0	0	0	2	0	0	62
ACB69	SIM	0	0	0	2	0	0	35
ACB70	SIM	0	0	0	3	0	0	60
ACB71	SIM	0	0	0	3	0	0	97
ACB72	SIM	0	0	0	2	0	0	65
CHP73	SIM	0	0	0	2	0	0	36
CHP74	SIM	0	0	0	2	0	0	39
CHP75	SIM	0	0	0	2	0	0	78
CHP76	SIM	4	0	0	1	4	4	14
CHP77	SIM	4	0	0	1	4	4	11
CHP78	SIM	4	0	1	1	5	5	5
CHP79	SIM	0	0	0	2	0	0	33
CHP80	SIM	0	0	0	1	0	0	57
CHP81	SIM	0	0	0	2	0	0	118
CHP82	SIM	0	0	0	2	0	0	63
CHP83	SIM	0	0	0	2	0	0	55
CHP84	SIM	0	0	0	3	0	0	100
CHP85	SIM	0	0	0	2	0	0	38
CHP86	SIM	0	0	0	2	0	0	85
CHP87	SIM	0	0	0	2	0	0	113
CHP88	SIM	0	0	0	2	0	0	61
CHP89	SIM	0	0	0	2	0	0	56
EMB90	SIM	0	0	0	2	0	0	37
EMB91	SIM	0	0	0	3	0	0	77
EMB92	SIM	0	0	0	2	0	0	66
EMB93	SIM	0	0	0	3	0	0	46
EMB94	SIM	0	0	0	2	0	0	44
EMB95	SIM	0	0	0	2	0	0	116
EMB96	SIM	0	0	0	2	0	0	50
EMB97	SIM	0	0	0	3	0	0	89
EMB98	SIM	0	0	0	1	0	0	45
EMB99	SIM	0	0	0	1	0	0	41
EMB100	SIM	0	0	0	2	0	0	84
EMB101	SIM	0	0	0	2	0	0	101
EMB102	SIM	0	0	0	2	0	0	64
EMB103	SIM	0	0	0	2	0	0	49

conclusão								
Código	Existem dados?	Danos à saúde?	Reclamações ?	Penalizações ?	Π	ΣQ_{jk}	R	ORDEM
ALM104	SIM	0	0	0	3	0	0	51
ALM105	SIM	0	0	0	3	0	0	58
ALM106	SIM	0	0	0	2	0	0	71
ALM107	SIM	0	0	0	3	0	0	52
ALM108	SIM	0	0	0	2	0	0	88
ALM109	SIM	0	0	0	3	0	0	54
ALM110	SIM	0	0	0	3	0	0	67
ALM111	SIM	0	0	0	3	0	0	70
ALM112	SIM	0	0	0	2	0	0	98
ALM113	SIM	0	0	0	2	0	0	72
ETE 114	SIM	4	0	0	1	4	4	16
ETE 115	SIM	4	0	0	1	4	4	15
ETE 116	SIM	4	0	0	1	4	4	18
ETE 117	SIM	0	0	0	2	0	0	95
ETE 118	SIM	4	0	0	1	4	4	17
ETE 119	SIM	4	0	0	2	4	2	19

ANEXO 07

TABELA – ANÁLISE POR FACILIDADE DE MINIMIZAÇÃO – RESPOSTAS ÀS PERGUNTAS

												continua
Código	Parar Equip.	Parar Processo	Parar Unidade	Modificar Equip.	Modificar Processo	Modificar Unidade	Implantar Equip.	Implantar Processo	Implantar Unidade	Tecnologia Disponível	Mão-de-obra disponível	Recurso disponível
CP01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CP02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CP03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CP04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CP05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CP06	0	0	0	2	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CP07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CP08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CP09	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	-7,1	0
CP10	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	-7,1	0
CP11	0	0	0	0	0	0	4	0	0	-10,1	-7,1	0
CP12	0	0	0	2	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CP13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CP14	1	0	0	2	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	0
CP15	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	-7,1	0
CP16	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	-7,1	0
CP17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CP18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CP19	0	0	0	0	0	0	4	0	0	-10,1	-7,1	0
CP20	0	0	0	2	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CP21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CP22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CP23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CP24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CP25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CP26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CP27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CP28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CP29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1

continuação

Código	Parar Equip.	Parar Processo	Parar Unidade	Modificar Equip.	Modificar Processo	Modificar Unidade	Implantar Equip.	Implantar Processo	Implantar Unidade	Tecnologia Disponível	Mão-de-obra disponível	Recurso disponível
CP30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CP31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CP32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
I33	1	0	0	2	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	0
I34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
I35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7,1	0
I36	0	0	0	0	0	0	4	8	0	0	-7,1	0
I37	0	0	0	0	0	0	4	0	0	-10,1	-7,1	0
I38	0	0	0	0	0	0	4	0	0	-10,1	-7,1	0
I39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7,1	-15,1
I40	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	0	0
I41	0	0	0	0	0	0	4	0	0	-10,1	-7,1	0
I42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
I43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
I44	1	0	0	0	0	0	4	0	0	-10,1	-7,1	0
I45	0	0	0	0	0	0	4	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
I46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
I47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
I48	0	0	0	2	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
I49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
I50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
I51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
I52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
I53	0	0	0	2	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
I54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
I55	0	0	0	2	0	0	4	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
I56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
I57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
ACB58	0	0	0	0	0	0	4	8	12	-10,1	0	0
ACB59	0	0	0	0	0	0	4	8	12	-10,1	0	0
ACB60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
ACB61	0	0	0	2	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1

continuação

Código	Parar Equip.	Parar Processo	Parar Unidade	Modificar Equip.	Modificar Processo	Modificar Unidade	Implantar Equip.	Implantar Processo	Implantar Unidade	Tecnologia Disponível	Mão-de-obra disponível	Recurso disponível
ACB62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7,1	-15,1
ACB63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7,1	-15,1
ACB64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
ACB65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	0
ACB66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
ACB67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
ACB68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
ACB69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
ACB70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	0
ACB71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
ACB72	0	0	0	0	4	0	0	8	0	-10,1	-7,1	0
CHP73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	0	0
CHP74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7,1	-15,1
CHP75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7,1	-15,1
CHP76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CHP77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CHP78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CHP79	0	0	0	2	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CHP80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CHP81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CHP82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7,1	-15,1
CHP83	0	0	0	0	4	0	0	8	0	-10,1	-7,1	0
CHP84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CHP85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	0
CHP86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CHP87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CHP88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
CHP89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
EMB90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
EMB91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
EMB92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
EMB93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	0

Código										Tecnologia Disponível	conclusão	
	Parar Equip.	Parar Processo	Parar Unidade	Modificar Equip.	Modificar Processo	Modificar Unidade	Implantar Equip.	Implantar Processo	Implantar Unidade		Mão-de-obra disponível	Recurso disponível
EMB94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7,1	-15,1
EMB95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7,1	-15,1
EMB96	0	0	0	0	4	0	0	8	0	-10,1	-7,1	0
EMB97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	0
EMB98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
EMB99	0	0	0	0	0	0	4	0	0	-10,1	-7,1	0
EMB100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
EMB101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
EMB102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
EMB103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
ALM104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
ALM105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
ALM106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
ALM107	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
ALM108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
ALM109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	0
ALM110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
ALM111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
ALM112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
ALM113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
ETE 114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
ETE 115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
ETE 116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
ETE 117	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
ETE 118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,1	-7,1	-15,1
ETE 119	0	0	0	0	0	0	0	8	0	-10,1	0	0

ANEXO 08

TABELA – ANÁLISE POR FACILIDADE DE MINIMIZAÇÃO – CÁLCULO DOS PARÂMETROS E RESULTADOS DA ANÁLISE

continua				
Código	ΣF_{JK}	Custo de Minimização	F	ORDEM
CP01	-32,3	1	-32,30	28
CP02	-32,3	2	-16,15	60
CP03	-32,3	2	-16,15	52
CP04	-32,3	2	-16,15	72
CP05	-32,3	2	-16,15	68
CP06	-30,3	2	-15,15	77
CP07	-32,3	2	-16,15	47
CP08	-32,3	2	-16,15	61
CP09	-4,1	3	-1,37	112
CP10	-4,1	3	-1,37	114
CP11	-13,2	3	-4,40	100
CP12	-30,3	1	-30,30	38
CP13	-32,3	2	-16,15	62
CP14	-14,2	3	-4,73	97
CP15	-4,1	3	-1,37	113
CP16	-4,1	3	-1,37	115
CP17	-32,3	2	-16,15	49
CP18	-32,3	2	-16,15	65
CP19	-13,2	3	-4,40	99
CP20	-30,3	2	-15,15	76
CP21	-32,3	2	-16,15	67
CP22	-32,3	2	-16,15	46
CP23	-32,3	2	-16,15	43
CP24	-32,3	2	-16,15	41
CP25	-32,3	1	-32,30	4
CP26	-32,3	1	-32,30	33
CP27	-32,3	1	-32,30	16
CP28	-32,3	2	-16,15	71
CP29	-32,3	1	-32,30	20
CP30	-32,3	1	-32,30	25
CP31	-32,3	1	-32,30	31
CP32	-32,3	1	-32,30	15
I33	-14,2	4	-3,55	102
I34	-32,3	2	-16,15	40
I35	-7,1	3	-2,37	108
I36	4,9	4	1,23	117
I37	-13,2	3	-4,40	98
I38	-13,2	4	-3,30	105
I39	-22,2	3	-7,40	93
I40	-9,1	3	-3,03	107
I41	-13,2	3	-4,40	101
I42	-32,3	2	-16,15	59
I43	-32,3	1	-32,30	32
I44	-12,2	4	-3,05	106
I45	-28,3	3	-9,43	83
I46	-32,3	2	-16,15	39
I47	-32,3	1	-32,30	1
I48	-30,3	3	-10,10	81

continuação				
Código	ΣF_{JK}	Custo de Minimização	F	ORDEM
I49	-32,3	2	-16,15	45
I50	-32,3	2	-16,15	42
I51	-32,3	2	-16,15	64
I52	-32,3	2	-16,15	63
I53	-30,3	2	-15,15	75
I54	-32,3	1	-32,30	13
I55	-26,3	3	-8,77	84
I56	-32,3	1	-32,30	10
I57	-32,3	1	-32,30	21
ACB58	13,9	4	3,48	118
ACB59	13,9	4	3,48	119
ACB60	-32,3	1	-32,30	37
ACB61	-30,3	3	-10,10	80
ACB62	-22,2	3	-7,40	89
ACB63	-22,2	3	-7,40	91
ACB64	-32,3	2	-16,15	73
ACB65	-17,2	2	-8,60	86
ACB66	-32,3	1	-32,30	19
ACB67	-32,3	1	-32,30	35
ACB68	-32,3	1	-32,30	8
ACB69	-32,3	1	-32,30	2
ACB70	-17,2	3	-5,73	96
ACB71	-32,3	1	-32,30	23
ACB72	-5,2	3	-1,73	111
CHP73	-10,1	3	-3,37	103
CHP74	-22,2	2	-11,10	78
CHP75	-22,2	2	-11,10	79
CHP76	-32,3	2	-16,15	69
CHP77	-32,3	2	-16,15	54
CHP78	-32,3	2	-16,15	53
CHP79	-30,3	3	-10,10	82
CHP80	-32,3	1	-32,30	6
CHP81	-32,3	2	-16,15	74
CHP82	-22,2	3	-7,40	92
CHP83	-5,2	3	-1,73	110
CHP84	-32,3	2	-16,15	70
CHP85	-17,2	2	-8,60	85
CHP86	-32,3	1	-32,30	18
CHP87	-32,3	1	-32,30	36
CHP88	-32,3	1	-32,30	7
CHP89	-32,3	1	-32,30	5
EMB90	-32,3	2	-16,15	44
EMB91	-32,3	1	-32,30	14
EMB92	-32,3	2	-16,15	56
EMB93	-17,2	3	-5,73	95
EMB94	-22,2	3	-7,40	90
EMB95	-22,2	3	-7,40	94
EMB96	-5,2	3	-1,73	109
EMB97	-17,2	2	-8,60	88
EMB98	-32,3	2	-16,15	48

conclusão				
Código	ΣF_{JK}	Custo de Minimização	F	ORDEM
EMB99	-13,2	4	-3,30	104
EMB100	-32,3	1	-32,30	17
EMB101	-32,3	1	-32,30	27
EMB102	-32,3	1	-32,30	9
EMB103	-32,3	1	-32,30	3
ALM104	-32,3	2	-16,15	50
ALM105	-32,3	2	-16,15	55
ALM106	-32,3	2	-16,15	58
ALM107	-32,3	2	-16,15	51
ALM108	-32,3	2	-16,15	66
ALM109	-17,2	2	-8,60	87
ALM110	-32,3	2	-16,15	57
ALM111	-32,3	1	-32,30	11
ALM112	-32,3	1	-32,30	24
ALM113	-32,3	1	-32,30	12
ETE 114	-32,3	1	-32,30	29
ETE 115	-32,3	1	-32,30	26
ETE 116	-32,3	1	-32,30	34
ETE 117	-32,3	1	-32,30	22
ETE 118	-32,3	1	-32,30	30
ETE 119	-2,1	3	-0,70	116

ANEXO 09

EXEMPLO DE APLICAÇÃO DAS FÓRMULAS DO MODELO MATEMÁTICO

Resíduo: CP 01 – Papel Comum

1 . Análise do Resíduo por Valor

TABELA 1: CARACTERÍSTICAS DO RESÍDUO

Variáveis do Modelo Matemático	Características do Resíduo
Relação com o Processo (Ω):	0,8
Constância de Geração (K_{JK}):	1,0
Valor substancial do resíduo ($\Delta S^{\%}_i$):	0,50
Classe de Destinação:	4D
Base do IPHMR (ξ_B):	0,20
Quantidade total do resíduo (W_{Total}):	6,00 (Kg/ano)

TABELA 2: CARACTERÍSTICAS DAS CLASSES DE DESTINAÇÃO

Classe	$D^{S/N}_{\$^+}$	$D^{S/N}_{\$B^-}$	$D^{S/N}_{\$T^-}$	$D^{S/N}_{\$TD^-}$	$D^{S/N}_{\$GP^-}$	$D^{S/N}_{\$R^+}$	ξ_B
4D	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 1,29	R\$0,25	+0,20

1.1 Cálculo do IPHMR (ξ)

$$\xi = \xi_B \cdot \Delta S^{\%} \quad (\text{Equação 09})$$

$$\xi = 0,20 \cdot 0,50$$

$$\xi = 0,10$$

1.2 Cálculo do Valor unitário do resíduo não corrigido ($\$'$)

$$\$' = \$^+ - \$_B - \$_T - \$_{TD} - \$_{GP} + \$^+_R \quad (\text{Equação 10})$$

$$\$' = 0,00 - 0,00 - 0,00 - 0,00 - 1,29 + 0,25$$

$$\$' = -1,04$$

1.3 Cálculo do fator de correção para valores negativos do resíduo (δ^-)

$$\delta^- = (1 - \xi) \cdot (K \cdot \Omega) \quad (\text{Equação 14})$$

$$\delta^- = (1 - 0,10) \cdot (1,0 \cdot 0,8)$$

$$\delta^- = 0,72$$

1.4 Cálculo do Valor unitário do resíduo corrigido ($\$$)

$$\$' < 0 \Leftrightarrow \$ = \$' \cdot \delta^- \quad (\text{Equação 15})$$

$$\$ = -1,04 \cdot 0,72$$

$$\$_{-} = -0,7488 \sim -0,75$$

1.5 Cálculo do Valor total do resíduo corrigido ($\$_{Total}$)

$$\$_{Total} = W_{Total} \cdot \$_{-} \text{ (Equação 16)}$$

$$\$_{Total} = 6,00 \cdot (-0,75)$$

$$\$_{Total} = -4,49$$

2 . Análise do Resíduo por Riscos

TABELA 3 : RESPOSTAS ÀS QUESTÕES DA ANÁLISE POR RISCOS

Existem dados?	Danos à saúde?	Reclamações?	Penalizações?	Periculosidade
Sim	Isento	Isento	Isento	Inerte

2.1 Cálculo do somatório dos pesos das perguntas da análise por riscos (ΣQ_{jk})

Para as respostas “isento” o modelo atribui peso ZERO.

$$\Sigma Q_{jk} = 0$$

OBS: A resposta “SIM” para a pergunta “Existem dados?” classifica o resíduo inicialmente como prioritário, entretanto foram consideradas as demais perguntas para estabelecer a hierarquização dos resíduos.

2.2 Cálculo do Risco global do resíduo (R)

Periculosidade (Π) = Inerte (3)

$$R = \left(\sum_{k=1}^p \sum_{j=1}^e \sum_{h=1}^d Q_{jk} \cdot Z_{jk} \cdot W_k \right) \div \Pi \text{ (Equação 17)}$$

$$R = 0 \div 3$$

$$R = 0$$

3. Análise do Resíduo por Facilidade de Minimização

TABELA 4: PESOS DAS RESPOSTAS DA ANÁLISE POR FACILIDADE DE MINIMIZAÇÃO

PERGUNTA	F _{JK}	CUSTO	CM _{JK}
Parar equipamento?	0	Muito baixo	1
Parar processo?	0		
Parar unidade?	0		
Modificar equipamento?	0		
Modificar processo?	0		
Modificar unidade?	0		
Implantar equipamento?	0		
Implantar processo?	0		
Implantar unidade?	0		
Tecnologia Disponível?	- 10,1		
Mão de Obra Disponível?	- 7,1		
Recursos Disponíveis?	- 15,1		

3.1 Cálculo do Somatório dos pesos das perguntas da análise por facilidade de minimização (ΣF_{jk})

$$\Sigma F_{jk} = 0 - 10,1 - 7,1 - 15,1$$

$$\Sigma F_{jk} = -32,3$$

3.2 Cálculo da Facilidade de minimização global do resíduo (F)

Para $\Sigma F_{jk} < 0$,

$$F = \sum_{k=1}^p \sum_{j=1}^e \left(\sum_{f=1}^f F_{jk} \div CM_{jk} \right) \cdot Z_{jk} \cdot W_k \quad (\text{Equação 19})$$

$$F = (-32,3 \div 1)$$

$$F = -32,30$$

ANEXO 10

TABELA – RESULTADO DA ANÁLISE GLOBAL

					continua
Código	Análise por Valor (*)	Análise por Risco (*)	Análise por Facilidade (*)	Valor Global	Ordem
CP01	300	208	28	536	100
CP02	180	146	59	385	69
CP03	105	106	51	262	37
CP04	294	206	72	572	106
CP05	255	188	68	511	97
CP06	264	44	77	385	70
CP07	63	80	46	189	20
CP08	186	148	60	394	73
CP09	321	216	112	649	112
CP10	342	228	114	684	118
CP11	306	48	100	454	86
CP12	24	62	38	124	9
CP13	189	150	61	400	75
CP14	303	210	97	610	110
CP15	324	218	113	655	114
CP16	345	230	115	690	119
CP17	84	6	48	138	10
CP18	231	174	64	469	88
CP19	282	46	99	427	80
CP20	183	40	76	299	46
CP21	249	184	67	500	95
CP22	60	18	45	123	8
CP23	36	16	42	94	4
CP24	18	12	40	70	2
CP25	114	20	4	138	11
CP26	327	220	33	580	107
CP27	213	164	16	393	71
CP28	291	204	71	566	104
CP29	246	182	20	448	84
CP30	276	198	25	499	94
CP31	315	212	31	558	102
CP32	207	160	15	382	68
I33	12	58	102	172	17
I34	15	60	39	114	6
I35	204	158	108	470	89
I36	261	192	117	570	105
I37	162	136	98	396	74
I38	132	118	105	355	60
I39	201	42	93	336	54
I40	216	26	107	349	58
I41	330	222	101	653	113
I42	174	24	58	256	36
I43	318	214	32	564	103
I44	243	180	106	529	99
I45	90	96	83	269	40
I46	234	10	65	309	49
I47	21	14	1	36	1
I48	9	56	81	146	13

					continuação
Código	Análise por Valor (*)	Análise por Risco (*)	Análise por Facilidade (*)	Valor Global	Ordem
I49	57	4	44	105	5
I50	30	2	41	73	3
I51	219	166	63	448	83
I52	210	162	62	434	82
I53	27	64	75	166	15
I54	192	152	13	357	61
I55	150	50	84	284	44
I56	165	138	10	313	50
I57	252	186	21	459	87
ACB58	3	52	118	173	18
ACB59	39	68	119	226	27
ACB60	357	238	37	632	111
ACB61	6	54	80	140	12
ACB62	72	86	89	247	31
ACB63	87	94	91	272	41
ACB64	351	234	73	658	115
ACB65	69	84	86	239	28
ACB66	228	172	19	419	79
ACB67	336	224	35	595	108
ACB68	141	124	8	273	42
ACB69	42	70	2	114	7
ACB70	135	120	96	351	59
ACB71	270	194	23	487	92
ACB72	153	130	111	394	72
CHP73	45	72	103	220	26
CHP74	54	78	78	210	23
CHP75	198	156	79	433	81
CHP76	267	28	69	364	64
CHP77	120	22	53	195	22
CHP78	108	8	52	168	16
CHP79	33	66	82	181	19
CHP80	126	114	6	246	30
CHP81	354	236	74	664	116
CHP82	144	126	92	362	62
CHP83	117	110	110	337	55
CHP84	285	200	70	555	101
CHP85	51	76	85	212	24
CHP86	225	170	18	413	78
CHP87	339	226	36	601	109
CHP88	138	122	7	267	38
CHP89	123	112	5	240	29
EMB90	48	74	43	165	14
EMB91	195	154	14	363	63
EMB92	156	132	55	343	56
EMB93	81	92	95	268	39
EMB94	75	88	90	253	34
EMB95	348	232	94	674	117
EMB96	96	100	109	305	47
EMB97	240	178	88	506	96
EMB98	78	90	47	215	25

Código	Análise por Valor (*)	Análise por Risco (*)	Análise por Facilidade (*)	Valor Global	conclusão
					Ordem
EMB99	66	82	104	252	33
EMB100	222	168	17	407	77
EMB101	288	202	27	517	98
EMB102	147	128	9	284	43
EMB103	93	98	3	194	21
ALM104	99	102	49	250	32
ALM105	129	116	54	299	45
ALM106	171	142	57	370	65
ALM107	102	104	50	256	35
ALM108	237	176	66	479	91
ALM109	111	108	87	306	48
ALM110	159	134	56	349	57
ALM111	168	140	11	319	51
ALM112	273	196	24	493	93
ALM113	177	144	12	333	52
ETE 114	309	32	29	370	66
ETE 115	279	30	26	335	53
ETE 116	333	36	34	403	76
ETE 117	258	190	22	470	90
ETE 118	312	34	30	376	67
ETE 119	297	38	116	451	85

(*) análise por valor peso = 3, análise por risco peso = 2 e análise por facilidade peso = 1